

PROJECTE D'ESPECIALITAT

Títol

**DESDOBLAMIENTO DE LA LÍNEA FGC DEL VALLÉS.
TRAMO: SANT CUGAT - MUNDET**

Autor/a

LÓPEZ CAMACHO,PILAR

Tutor/a

AINCHIL LAVIN, JAVIER PABLO

Departament

Intensificació

Data

Junio 2016

Documento 1

Memoria

Índice

1.	Marco del proyecto: ACTUACIÓN AX13	4
2.	Razón de ser y antecedentes.....	5
3.	Datos del proyecto	6
4.	Objeto del proyecto	7
5.	Condicionantes generales	8
5.1.	Marco geográfico	8
5.2.	Topografía.....	9
5.3.	Geología y geotecnia	10
5.4.	Climatología.....	10
5.6.	Hidrología y drenaje	11
5.7.	Entorno ambiental.....	11
6.	Estudio de alternativas.....	12
6.1.	Estudio de alternativas.....	12
6.2.	Análisis multicriterio.....	15
7.	Descripción de la solución adoptada.....	17
7.1.	Descripción general	17
7.2.	Trazado	19
7.3.	Estructuras.....	19
7.4.	Túneles	20
7.5.	Plataforma y superestructura	21
7.6.	Movimientos de tierras	22
7.7.	Afectaciones sobre la movilidad.....	22
8.	Estudio del impacto ambiental.....	22
9.	Gestión de residuos de construcción y de demolición.....	23
10.	Servicios afectados	23
11.	Expropiaciones, ocupaciones temporales	23
12.	Estudio de Seguridad y salud.....	24
13.	Plan de la obra	24
14.	Plan de Control de Calidad	25
15.	Clasificación del contratista.....	25
16.	Revisión de precios.....	25
17.	Presupuesto.....	26

18.	Documentos que comprende el proyecto.....	26
19.	Conclusiones.....	28

1. Marco del proyecto: ACTUACIÓN AX13

El 'Plan Director d'Infraestructures del transport col·lectiu de la regió metropolitana de Barcelona 2011-2020' (PDI 2011-2020) incluye en la actuación AX13 el proyecto de desdoblamiento de la línea del Vallés de los Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FCG). Esta actuación plantea el desdoblamiento desde la actual estación de Plaza Cataluña por la Ronda de Sant Pere en dirección del distrito del 22@ y de allí hacia Horta y el Vallés, a través un nuevo túnel por Collserolla, hasta enlazar de nuevo con la red de FGC.

Actuaciones de la red de los FGC del Vallés (finalizadas, en ejecución o en estudio)



Fuente: PDI 2011-2020

La actuación AX13 consiste en una obra de más 18 km de trazado nuevos y la creación o ampliación de 8 estaciones. Se prevé que la globalidad del trazado sea en túnel. La actuación contempla la circulación de 36 trenes por sentido en hora punta y significa un incremento del 29% de la capacidad con respecto a la situación actual.

Dada la complejidad y extensión de dicha actuación, se ha decidido elaborar un PROYECTO BÁSICO que consiste en un estudio de alternativas del tramo de desdoblamiento entre la salida de Barcelona y la conexión de nuevo con la línea actual del Vallés. Este tramo está marcado con un círculo rojo en la imagen anterior.

El actual proyecto es un documento basado en aproximaciones y estimaciones que puede ser un punto de partida para un posible proyecto constructivo.

2. Ranzón de ser y antecedentes

La red ferroviaria de los FGC Barcelona-Vallés consta de 6 líneas que se extiende sobre 44,2 km de longitud: cuatro ofrecen un servicio suburbano (S1 Terrassa Naciones Unidas, S2 Sabadell Rambla, S5 Sant Cugat o Rubí y la S55 Universidad Autónoma) y las otras dos realizan un servicio urbano (L6 Reina Elisenda y L7 Av.Tibidabo).

La red tiene un ancho internacional (1.435 mm) y la electrificación es de 1.500 Vcc. El 98,4% del sistema ferroviario del Vallés es de doble vía – una vía por sentido –, el único tramo de vía única corresponde al tramo entre Sabadell-Estación y Sabadell Centro (terminus).

Red ferroviaria Barcelona-Vallés de los FGC



Fuente: ATM

El servicio ofrecido está limitado por las características de la red ferroviaria, que hoy ya opera prácticamente a su máxima capacidad. La línea del Vallés funciona al límite de su capacidad en el tramo entre Gracia y Plaza Cataluña. Este tramo consta de una único túnel de doble vía y en el confluyen las 6 líneas de la red ferroviaria FGC mencionadas.

En hora punta un día laborable, se opera a 32 trenes por sentido y hora. El servicio ofrecido se considera insuficiente para absorber la demanda existente y potencial del Vallés y para ofrecer una adecuada calidad. La limitación a 32 servicios hora/sentido es uno de los factores que impide aumentar la frecuencia de las líneas hacia Sant Cugat, Rubí, UAB, Sabadell y Terrassa.

El cizallamiento es también otro de los puntos críticos que limita la capacidad de la red en el Vallés. En hora punta el cizallamiento (cruce de vías a nivel) en la Estación de Sant Cugat (22 trenes por hora sentido, en hora punta) dificulta el mantenimiento de estabilidad de los horarios y, en caso de incidencia, el impacto negativo sobre la red es amplificado.

Dado el nivel de saturación del túnel Gracia-Pl.Cataluña y Gracia-Sant Cugat, la construcción de un segundo túnel entre Barcelona y el Vallés contemplada en el PDI permitiría resolver la cuestión de capacidad operacional de la red ferroviaria del metro del Vallés.

Por otro lado, la prolongación de la línea Barcelona-Vallés de FGC implica aumentar la capacidad de la actual red ferroviaria del metro del Vallés. La puesta en servicio de las dos prolongaciones en

Sabadell y en Terrassa conlleva un aumento de la demanda, esto refuerza también la pertinencia del proyecto de desdoblamiento.

El proyecto de prolongación de la línea FGC en Terrassa contempla 4,5 kilómetros de tramo de línea y dota a la ciudad con tres nuevas estaciones urbanas subterráneas constituyendo una verdadera línea de metro propia que une y comunica la ciudad. Del mismo modo, el proyecto de prolongación de la línea FGC en Sabadell, a lo largo de 4,2 kilómetros, dotará al municipio con tres estaciones más.

El desdoblamiento de la línea FGC del Vallés permitirá un incremento de la capacidad de transporte pasando de los 32 trenes por sentido a 36 trenes por sentido y hora, como mínimo (según el PDI), la que comporta un incremento substancial del 29% de la capacidad con respecto a la situación actual. Esto significa una mejora notable en la oferta de movilidad en transporte público entre los municipios del Vallés y su entorno y su conexión con Barcelona y el área metropolitana.

El aumento de la capacidad de servicio ofrecido de la línea del Vallés se traduce en una reducción del tiempo de espera en los andenes (menos tiempo de transporte puerta a puerta) y también se traduce en un aumento del confort del trayecto (tanto en la espera en los andenes como dentro del vehículo). De acuerdo con el PDI, el intervalo de circulación se reduce de 120" a 105".

Además, el desdoblamiento de la línea permite dar más permeabilidad a la red aumentando la cobertura territorial y mejorando el mallado de la red. Los usuarios del Vallés dispondrán de más itinerarios posibles para desplazarse a Barcelona. Cabe también destacar que se aumentarán las posibilidades de conexión con el resto de la red de transporte público de la AMB (sobre todo con las líneas de metro). Los usuarios en dirección hacia el Vallés también disfrutarán de un abanico de itinerarios más amplio. Además, la repartición de los flujos de entrada y salida entre Barcelona y el Vallés Occidental derivada del desdoblamiento conllevará una reducción de los pasajeros en transbordo en estaciones como Provenza o Sarriá, que hoy sufren una gran saturación.

Por lo tanto, los actuales usuarios disfrutarán de una oferta de servicio de transporte público más amplia, más fiable y confortable. Gracias a las mejoras del servicio y a la mayor cobertura territorial el metro del Vallés captará nuevos usuarios.

3. Datos del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO: Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo Sant Cugat – Mundet

AUTOR DEL PROYECTO: Pilar López Camacho

ESTUDIOS AUE CURSO EL AUTOR: Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

TUTOR DEL PROYECTO: Javier Pablo Ainchil Lavin

POBLACIONES: Barcelona, Sant Cugat del Vallés.

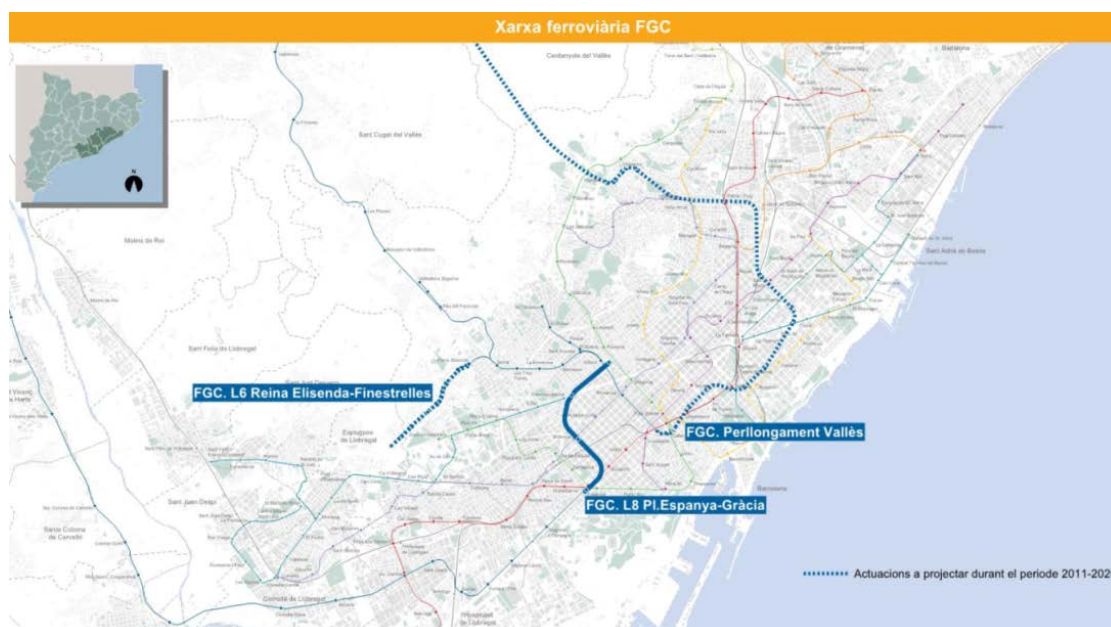
4. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto básico es definir las actuaciones necesarias para realizar el desdoblamiento del actual trazado ferroviario de la línea de FGC del Vallés, actuación planteada en el PDI 2011-2020. Este proyecto se centra únicamente en la obra relativa al tramo entre la última estación situada en la ciudad de Barcelona y la estación de conexión con la red de FGC.

El proyecto consiste en un estudio de alternativas de trazado entre la actual estación de metro del Mundet y la Estación de Sant Cugat de los FGC.

Como se aprecia en la siguiente imagen del PDI se ha proyectado como última estación, de la nueva línea, la Estación de metro de Mundet

Actuaciones contempladas en el PDI 2011-2020 relativas a la red ferroviaria FGC



Fuente: PDI 2011-2020

Actualmente la línea 3 de metro es la única con parada en Mundet. La línea 3 tiene la particularidad de cruzar la ciudad de Barcelona de Norte a Sur y de Este a Oeste, conectando los distritos de les Corts, Sants-Montjuïc, Ciutat Vella, Eixample, Gràcia y Horta-Guinardó.

Se ha escogido la estación de Sant Cugat como el otro extremo del nuevo trazado de la vía ferroviaria puesto que corresponde al punto de bifurcación de las líneas sub-urbanas S1, S2, S5 y S55.

Por lo tanto la obra definida en el presente proyecto se concreta en la construcción de dos vías paralelas entre Sant Cugat y Mundet. En la definición del trazado se asegura, dentro de lo posible, la integración urbana de la nueva infraestructura lineal para minimizar el efecto barrera que tiene el ferrocarril para el territorio.

También se buscan las soluciones con menor impacto ambiental, dado que la mayor parte del trazado ferroviario transcurre en un espacio natural de protección especial. También se analizan las diversas alternativas de trazado bajo el punto de vista económico.

Como ya se ha mencionado, el propósito primero del desdoblamiento ferroviario es el de resolver la saturación del túnel entre Plaza Cataluña – Sarria y, en consecuencia, también la saturación entre Plaza Cataluña y Sant Cugat. Gracias a la construcción de una nueva conexión entre Sant Cugat y la ciudad de Barcelona se podrá aumentar el servicio de transporte público en el Área Metropolitana de Barcelona y absorber la demanda potencial de usuarios a la vez que se ofrecerá una calidad de servicio mayor a los usuarios actuales.

Las zonas beneficiadas de este proyecto se extienden más allá de éstos dos municipios. Los habitantes de Rubí, Terrassa, Sabadell y las zonas urbanas del entorno también se beneficiarán del aumento de oferta de servicio de transporte público.

El presente proyecto no contempla las obras de ampliación de la Estación de Sant Cugat ni de la Estación de Mundet. Estas obras deberán ser objeto de otro proyecto.

5. Condicionantes generales

5.1. Marco geográfico

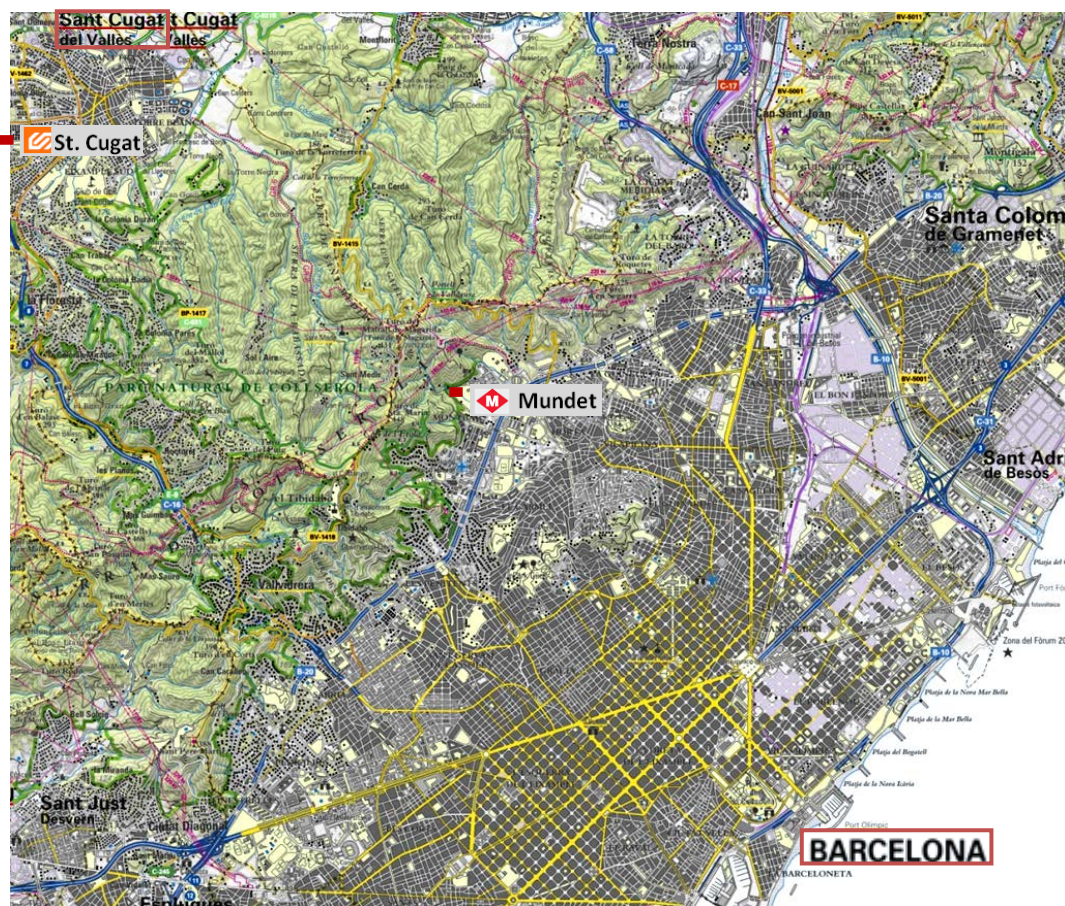
Este proyecto se enmarca en el Área Metropolitana de Barcelona (AMB) que se extiende sobre una superficie de 636 km² y engloba 36 municipios. En la AMB viven más de 3 millones de personas. El 48% de su superficie está urbanizada y el resto de su territorio está ocupado por 25 km de playas y más de 25 000 hectáreas de zonas naturales.

El tramo ferroviario del presente proyecto transcurre desde el municipio de Sant Cugat del Vallés, perteneciente a la comarca del Vallés Occidental, hasta la zona alta de la ciudad de Barcelona. La ciudad de Sant Cugat cuenta con más de 87 000 habitantes (*Instituto Nacional de Estadística, 2014*) y Barcelona concentra más de 1,6 millones.

La Cordillera Litoral catalana constituye una frontera al oeste de Barcelona con el Vallés Occidental.

La Sierra de Collserola tiene unas dimensiones aproximadas de 11.100 hectáreas de superficie, con una longitud de 17 km y 6 km de anchura. La Sierra de Collserola se integra en el sector central de la Cordillera del Litoral Catalana que, paralela a la costa, se extiende desde el Cap de Begur (en el Empordà) hasta el sud de Vilanova y la Geltrú. Los límites del macizo de Collserola son muy precisos: al este limita con el río Besòs; al oeste, con el río Llobregat; las rieras de Sant Cugat y de Rubí son el límite por el lado norte; y el llano de Barcelona, por el sur.

Marco geográfico



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa ICC

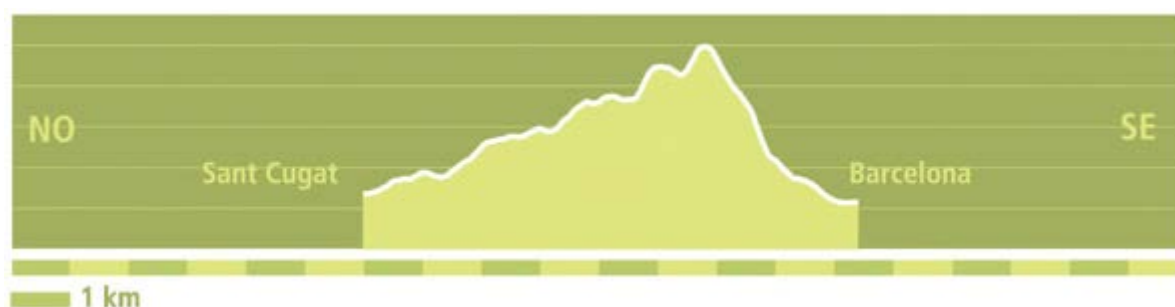
5.2. Topografía

Al ser un proyecto académico no se ha podido realizar un levantamiento topográfico de todo el trazado, sino que se han obtenido los datos del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC): Se ha utilizado la escala 1:5.000, que es la escala más precisa de la cual se dispone de todos los formatos necesarios para su posterior descarga y tratamiento.

El trazado ferroviario del presente proyecto se extiende desde la estación de FGC de Sant Cugat, en superficie, hasta la estación de metro de Mundet, subterránea. La cota del terreno de ambas estaciones se sitúa alrededor de los 130 metros. El trazado atraviesa la Cordillera de Collserola.

El macizo de Collserola presenta un relieve suave, pero bastante asimétrico. Mientras que las crestas del lado del Vallés son largas y con un descenso suave, las vertientes orientadas al mar (hacia el municipio de Barcelona) son cortas y con una pendiente pronunciada; como se observa claramente en el perfil altimétrico NO-SE. Esta particularidad es un factor a tener en cuenta en la elección de método de ejecución de los túneles.

Perfil altimétrico NO-SE de la Sierra de Collserola: Eje transversal



Fuente: Parque Natural de Collserola

El punto más elevado de la sierra de Collserola es el cerro del Tibidabo (512 metros). Este está situado al sur del trazado del presente proyecto.

5.3. Geología y geotecnia

Al ser un proyecto académico no se han podido realizar sondeos requeridos y tampoco se dispone de los correspondientes estudios geotécnicos que describen el comportamiento resistente del terreno y, por lo tanto, no se pueden definir ni los parámetros geológicos ni los geotécnicos.

A grandes rasgos se pueden distinguir tres principales tipos de terreno en la zona donde se emplaza el proyecto. El primer tipo pertenece a la unidad de la Depresión Prelitoral Catalana mientras que los dos otros pertenecen a la unidad de la Cordillera Litoral.

El núcleo urbano de Sant Cugat, el primer tipo, está constituido por abanicos y llanuras aluviales. El segundo tipo, el suelo presente en las dos caras de la cordillera (al sur este de la Estación de Sant Cugat y en las proximidades de la Estación de Mundet) está formado por depósitos de piedemonte. Estos depósitos consisten en derrubio angulosos de pizarras y cuarcitas mezcladas con arcillas de color rojo. No obstante, en la cara este de la Cordillera, las pizarras están afectadas por el metamorfismo de contacto relacionado con una intrusión de granito. Por último, el tercer tipo de suelo corresponde al suelo del corazón del macizo de Collserola. Éste está constituido por pizarras y filitas paleozoicas (Era Primaria). A raíz de la intrusión de magma, se formaron los granitoides, rocas ígneas plutónicas constituidas esencialmente por cuarzo, feldespato y mica. Debe destacarse que la descomposición de estas rocas origina el *sauló*.

En el anejo 3 se estudia en detalle la geología y geotecnia a partir de los datos del ICGC.

5.4. Climatología

La presencia de la cordillera de Collserola y la proximidad al mar influyen en el clima de las dos comarcas en las que transcurre el proyecto.

El clima del Vallés Occidental es mediterráneo tipo Prelitoral Central, mientras que el clima del Barcelonés es mediterráneo tipo Litoral Central. La precipitación media anual para ambas comarcas se sitúa alrededor de los 600 mm. Los máximos suelen darse en el otoño y los mínimos en el verano.

Térmicamente, en el lado oeste de la Cordillera los inviernos son fríos con temperaturas entre 6°C y 8°C de media, mientras que en el lado este, los inviernos son más suaves, con medias de 9°C a 11°C. A ambos lados de la Cordillera, los veranos son secos y calurosos, entre 22°C y 24°C de media. Esto significa que la amplitud térmica anual es moderada.

Cabe destacar la existencia de variaciones climáticas locales importante en el macizo de Collserola, los llamados microclimas, que están relacionadas con la topografía del terreno, el efecto termorregulador del mar, el recubrimiento vegetal, etc. Por ello, pueden darse diferencias de más de 10°C entre un lugar y otro.

5.6. Hidrología y drenaje

La nueva línea ferroviaria entre Sant Cugat y Mundet transcurre en la cuenca hidrográfica del Besós. El cálculo de los caudales máximos se basa en los métodos hidrometeorológicos recogidos en la Instrucción 5.2.I.C. Drenaje Superficial. Esta instrucción establece que los caudales se calculan en función del período de retorno de las precipitaciones y dependen del tamaño y la naturaleza de las cuencas aportantes.

En el anejo 5 se calculan los caudales de referencia para diversos períodos de retorno. A partir del mayor caudal de referencia para el periodo de retorno de 25 años, se valida la sección del drenaje longitudinal. Este consiste en cuentas laterales con desaguase en régimen libre. El drenaje transversal se dimensiona a partir del caudal para un periodo de retorno de 100 años.

5.7. Entorno ambiental

El nuevo trazado ferroviario transcurre en casi su totalidad por el Parque Natural de la Sierra de Collserola, espacio natural de protección especial. Este Parque se incluye en el Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN), en la Red Natura 2000 y en el Plan Especial de Protección del Medio Natural y del Paisaje (PEPNat).

En 1987, más de 8 000 hectáreas de la Cordillera de Collserola se incluyeron en el Plan especial de protección y en octubre de 2010 este territorio se declaró Parque Natural. Esta declaración supuso reforzar el objetivo de conservación frente a la protección meramente urbanística. Además, la declaración de parque natural otorga al órgano de gestión del Parque Natural la posibilidad de emitir un informe preceptivo previo al otorgamiento de autorizaciones necesarias para la ejecución de cualquier plan, obra, movimiento de tierras o explotaciones naturales, en el interior o exterior del espacio protegido y que puedan afectarle.

En lo que se refiere al PEPNat, este plan establece que la construcción de nuevas infraestructuras de transportes en espacio natural de protección especial requiere que su trazado se justifique consecuentemente y que se cumplan una serie de criterios y condiciones de realización de las obras.

Para la elaboración del futuro proyecto constructivo del presente proyecto se deberá pedir el informe preceptivo y se deberán cumplir los criterios y condiciones recogidos en el PEPNat.

6. Estudio de alternativas

6.1. Estudio de alternativas

Se estudian las diferentes opciones de trazado para el desdoblamiento de la línea de FGC del Vallés y se plantean tres alternativas. Para cada alternativa, se analiza el trazado en planta y en alzado y sus posibles estructuras (a cielo abierto, falso túnel, túnel, viaducto, etc.).

La concepción de las alternativas de trazado tiene como base los elementos siguientes:

- Trazado entre la actual Estación FGC de Sant Cugat hasta la Estación de metro de Mundet. Todas las alternativas conservan la posición actual de ambas estaciones. La opción de construcción de una nueva estación entre las dos actuales no se incluye en el presente proyecto. El ampliación de la Estación FGC de Sant Cugat deberá ser objeto de un proyecto aparte.
- Limitar la expropiación de terrenos
- Minimizar el impacto medioambiental y urbano
- Optimizar el coste económico

La estación de Sant Cugat se encuentra en una zona urbana muy densa, sobre todo al este y al oeste. El trazado más corto entre ambas estaciones debería transcurrir por debajo de la zona residencial situada al este de la estación. La longitud de este trazado sería de alrededor de 6,87 kilómetros (la distancia entre las Estaciones de Sant Cugat y de Mundet). Para minimizar los riesgos, la afectación a la ciudad y evitar expropiaciones, el trazado de la infraestructura tiene rodear la zona urbana de Sant Cugat, partiendo de la estación en dirección Valldoreix, paralelamente al actual trazado de la línea FGC, y girar a la izquierda más adelante.

Se proponen tres alternativas de trazado. La Alternativa 1 y 2 son más cortas que la Alternativa 3. Las dos primeras giran a la izquierda (hacia el este) a unos 100 metros de la Estación de Sant Cugat para ir a buscar lo antes posible el camino más corto entre las dos estaciones. En cambio, la Alternativa 3 va en paralelo al trazado de la línea FGC actual durante un tramo más largo girando después a la izquierda antes de salir de la zona de viviendas de Sant Cugat dirección Mundet.

Alternativa 1

La Alternativa 1 discurre paralela al trazado actual durante 200 metros y gira a la izquierda para cruzar la Calle Chopin y el Golf de Sant Cugat. A continuación, cruza en línea recta el Golf de Sant Cugat por su lateral norte para seguidamente pasar por debajo de tres manzanas de viviendas (Turó del Pinyer, Calle Sant Quirze y Calle Pinyer). Alejados de la zona urbana, el trazado continúa prácticamente en recta hasta Mundet.

Después del tramo inicial a cielo abierto, el trazado transcurre en falso túnel para cruzar el Golf y para salvar las casas. A la salida del falso túnel, habría un tramo de un kilómetro a cielo abierto pasando al sur del Club de Natación de Sant Cugat. A continuación, en la zona al sur de Can Gordi, el terreno presenta un valle lo que podría resolverse con un viaducto corto (350 metros). A la salida de este viaducto se encuentra la Sierra de Sant Vicenç y el terreno presenta un fuerte desnivel. Se debería optar por un túnel en mina dado la longitud. Este túnel sería en pendiente positiva para salir

de nuevo a la superficie a 180 metros de altura. Seguidamente habría una zona de terraplén que enlazaría con un túnel largo que desemboca en la Estación Mundet.

En la siguiente tabla, se muestra las estructuras del trazado de esta alternativa desde Sant Cugat hasta Mundet y la longitud de cada una de ellas.

Sección // Estructura	Longitud (km)
terraplén/desmonte	0,3
falso túnel	1,08
terraplén/desmonte	1,02
viaducto	0,35
terraplén	0,25
túnel en mina	0,7
terraplén/desmonte	0,35
túnel TBM	3,48

El trazado total de la Alternativa 1 es de 7,53 km. Presenta dos puntos críticos: la expropiación del 'Cugat Natura Centre Residencial' y, en el tramo final del falso túnel que cruza el Golf, un riesgo de afectación a viviendas.

Alternativa 2

La Alternativa 2 también discurre de forma paralela al actual trazado ferroviario 250 metros. A continuación, se desvía a la izquierda adentrándose en el golf (lado oeste) y atraviesa la intersección de las tres calles: Avenida del Canada, Calle de Villa y Paseo Can Mora (Rambla Rivera). Al cruzar al otro lado de la Calle de Villa, se abre ligeramente hacia la izquierda y después hacia la derecha para evitar pasar por debajo de viviendas.

Alejados de la zona urbana, el trazado continúa prácticamente en recta hasta Mundet. No obstante, a diferencia de la Alternativa 1, la Alternativa 2 abre el trazado ligeramente a la derecha a su entrada en la zona urbana de Barcelona para evitar pasar por debajo de las Universidades situadas al norte de la Estación Mundet.

Se propone que al desviarse del trazado actual de las vías FGC se vaya disminuyendo la cota de la rasante con el objetivo de realizar un falso túnel en la zona del Golf. Seguidamente, se debería contemplar la posibilidad de hacer un túnel en mina puesto hay un desmonte importante. A continuación, se propone un tramo de 600 metros de desmonte/terraplén según el perfil del terreno. Este seguiría de un viaducto dado el desnivel brusco que presenta el terreno. El viaducto planteado tendría 600 metros de longitud. Para atravesar la Sierra de la Rabassada, se propondría construir un túnel de unos 650 metros. A continuación, se encuentra el Valle de Gausac, en esta zona se plantearía hacer sección a cielo abierto. Alrededor del P.K. 44+00 m, se proyecta el túnel con tuneladora que atraviesa la Sierra de Collserola y lleva hasta la zona urbana de Barcelona.

En la siguiente tabla, se muestra las estructuras del trazado de esta alternativa desde Sant Cugat hasta Mundet y la longitud de cada una de ellas.

Sección // Estructura	Longitud (km)
terraplén/desmonte	0,6
falso túnel	0,56
túnel en mina	0,96
terraplén/desmonte	0,58
viaducto	0,6
túnel en mina	0,65
terraplén/desmonte	0,45
túnel TBM	3,442

Tiene una longitud de 7,84 kilómetros y presenta la ventaja de no transcurrir por debajo de edificios.

Alternativa 3

Esta alternativa discurre paralela al actual trazado ferroviario a lo largo de 580 metros y después gira abiertamente hacia la izquierda para alcanzar la Calle Arnau Cadell. Seguidamente, el trazado pasaría en túnel por debajo de la calle Montjuic para colarse una zona libre de casas entre las calles 'Eduard Maria Baucells' y 'del Canal de la Mònega'. Al entrar en la zona de la Cordillera de Collserola, la Alternativa 3 gira abiertamente hacia la derecha y continuará en recta en el tramo que atraviesa la Cordillera hasta llegar a Mundet.

La Alternativa 3 transcurriría a cielo abierto a lo largo del primer kilómetro. Al alcanzar la Calle Montjuic, se llega a una zona de casas y el terreno presenta una fuerte pendiente. Por ello, se consideraría la posibilidad de realizar un túnel de un poco más de un kilómetro que permita pasar por debajo de las dos manzanas de casas y salvar el fuerte desnivel. La boca del segundo túnel sentido Barcelona se encontraría en plena Cordillera de Collserola. A continuación, alrededor del P.K 36+00 m, se propone un viaducto de unos 800-900 metros. Este viaducto permitiría salvar dos fuertes desniveles en los que el terreno desciende a 150 metros. Después del viaducto, el terreno asciende rápidamente hasta los 250 metros. En la salida del viaducto, se requeriría construir un túnel de unos 400 metros para salvar este monte, la Sierra de la Rabasada. A la salida de este segundo túnel sentido hacia Barcelona, se podría construir un segundo viaducto de unos 600 metros para salvar el Valle de Gausac. Por último, a partir del P.K 55+00 m, hasta la Estación de Mundet, se propone realizar un túnel con tuneladora, puesto que se atraviesa una zona de roca dura de más de 3 kilómetros.

En la siguiente tabla, se muestra las estructuras del trazado de esta alternativa desde Sant Cugat hasta Mundet y la longitud de cada una de ellas.

Sección // Estructura	Longitud (km)
terraplén/desmonte	1,13
tunel en mina	1,17
terraplén/desmonte	1,3
viaducto	0,9
tunel en mina	0,4
viaducto	0,6
tunel TBM	3,2

La Alternativa 3 tiene una longitud es de 8,7 kilómetros, mayor trazado que las otras puesto que hace un rodeo más grande en la zona de Sant Cugat.

6.2. Análisis multicriterio

Con el objetivo de evaluar de forma cuantitativa y cualitativa las características y especificaciones de cada una de las alternativas, se lleva a cabo un análisis multicriterio.

La siguiente tabla muestra la puntuación de las alternativas para cada criterio y su peso respectivo. En el respectivo Anejo se describe en detalle los cálculos realizados.

				Nota			Nota ponderada		
Criterios		Peso (%)		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ambiental	Contaminación acústica	30%	30%	10	7,4	1	0,9	0,7	0,1
	Impacto sobre fauna y flora		50%	7,5	10	1	1,1	1,5	0,2
	Impacto en Espacio Natural de Protección Especial		20%	6	10	1	0,4	0,6	0,1
Económico	Coste del trazado	45%	70%	10	1	4,9	3,2	0,3	1,6
	Movimiento de tierras		10%	8,3	1	10	0,4	0,0	0,5
	Expropiaciones		20%	8,1	10	1	0,7	0,9	0,1
Social	Efecto barrera	20%	60%	10	6,7	1	1,2	0,8	0,1
	Afectación al tráfico viario durante las obras		20%	7	10	1	0,3	0,4	0,0
	Afectación a los habitantes durante las obras		20%	5,4	10	1	0,22	0,40	0,04
Criterio propio		5%		8	7	5	0,4	0,3	0,3
Total		100%					8,7	5,9	2,8

7. Descripción de la solución adoptada

7.1. Descripción general

A raíz del estudio de alternativas, se obtiene que la Alternativa 1 es la óptima. Se procede pues a definir con más precisión el trazado de dicha alternativa (en perfil y en alzado) a la vez que se incorporan elementos de mejora.

En particular, se incorporan y se definen o modifican los siguientes elementos del trazado de la Alternativa 1 para llegar a la solución adoptada: estación FGC de Sant Cugat y salto de carnero, modificación de la Alternativa 1 en el tramo inicial en la zona urbana de Sant Cugat, el pozo de ataque y la Estación FGC de Mundet.

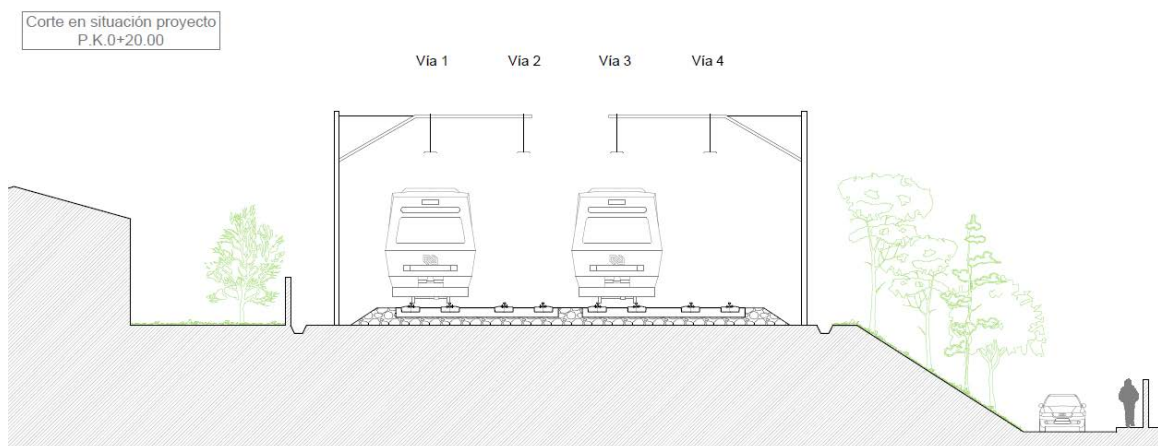
Estación FGC de Sant Cugat y salto de carnero

A raíz del desdoblamiento de la línea, serán cuatro el número de vías que lleguen hasta la Estación de Sant Cugat (dos dirección Plaza Cataluña y dos dirección Mundet). Para evitar el cruce a nivel de las vías, se plantea una bifurcación tipo 'salto de carnero' al sur de la Estación de Sant Cugat. Sin embargo, si no se crean dos vías más en la actual estación, no se soluciona el problema que ha motivado el desdoblamiento. La frecuencia de trenes en la Estación es ya la máxima posible. A pesar del desdoblamiento, no se podría aumentar la oferta de servicio entre el Vallés y Barcelona. Por esta razón, se deberá ampliar la estación de Sant Cugat y crear dos vías más.

Al sur de la Estación de FGC de Sant Cugat, la configuración de las 4 vías queda en:

- Vía 1: actual trazado entre St Cugat – Plz.Cataluña. En el desdoblamiento, ésta corresponderá el trazado entre St Cugat – Mundet.
- Vía 2: actual trazado entre Plz.Cataluña - Sant Cugat. En el desdoblamiento, se mantendrá la dirección, sin embargo se creará una unión para enlazar con el trazado de la actual vía 1.
- Vía 3: nueva vía entre St. Cugat y Plz.Cataluña, se deberá construir el tramo inicial que más adelante se enlaza con la vía 2.
- Vía 4: nueva vía entre Mundet y St Cugat.

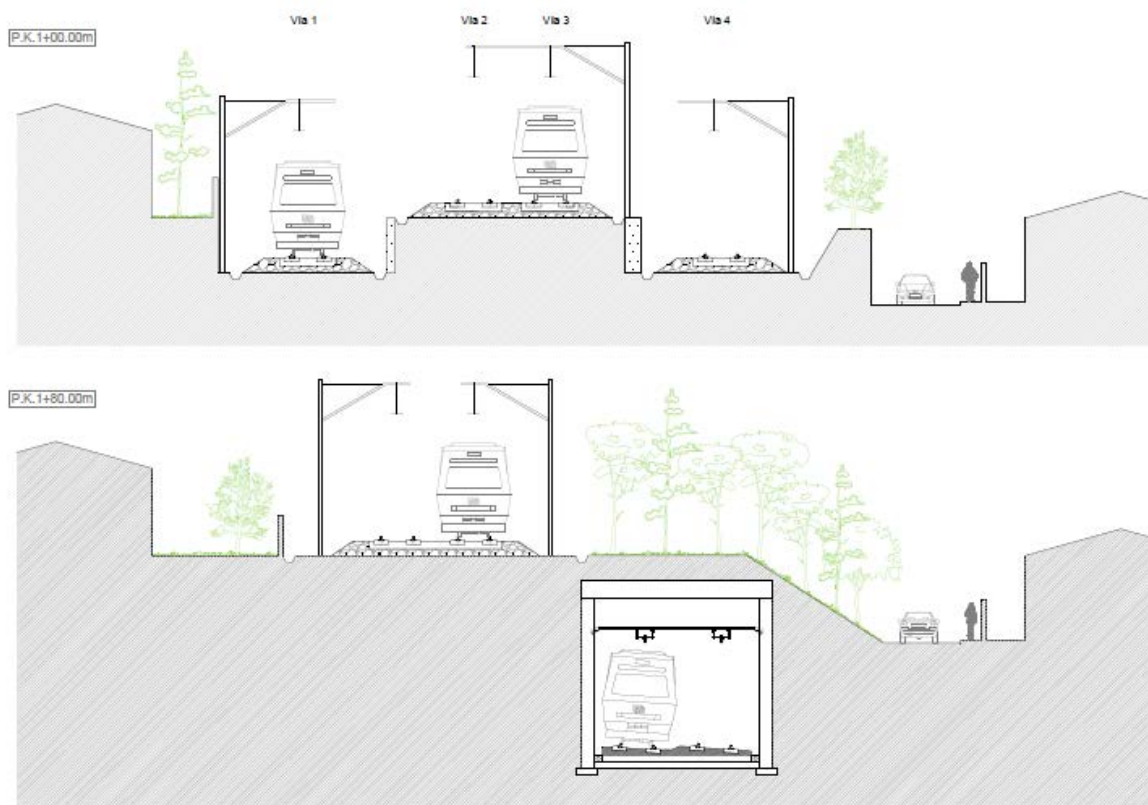
Situación proyecto



Fuente: Elaboración propia

El salto de carnero consiste en que la vía 1 pase por debajo de las vías 2 y 3. La vía 1 va a buscar la vía 4 para girar a la izquierda alejándose de las vías 2 y 3 con dirección Plz.Cataluña. El paso bajo las vías se soluciona con un falso túnel entre pantallas. Seguidamente, la vía 1 y la 4 transcurren paralelas hasta la Estación de Mundet.

Cortes en situación proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tramo inicial en la zona urbana de Sant Cugat

Se adapta la Alternativa 1 para que la solución adoptada no requiera la expropiación de terrenos ni pueda afectar a las edificaciones. En este sentido, se acepta atravesar la Calle Chopin y el Golf en falso túnel. Pero a diferencia de la Alternativa 1, la solución adoptada rodea las viviendas situadas al lado norte del Golf.

El pozo de ataque y la Estación FGC de Mundet

La ejecución del túnel que atraviesa la Cordillera de Collserola requiere un espacio libre donde instalar el pozo de ataque y las instalaciones de obras. Se plantea ubicarlo en el espacio sin edificaciones situado al sur-este de la estación de metro. Para las instalaciones de las obras, se pueden ocupar temporalmente el parking de la Avenida de Can Marcet y los Jardines de Marià Cañardo Lacasta. El pozo de ataque podrá ejecutarse mediante muro de pantalla.

La actual estación de metro se encuentra en el cruce de la Avenida de Can Marcet con el Paseo de la Vall d'Hebron, apenas 20 metros de la Ronda de Dalt (B-20). Teniendo en cuenta el espacio disponible y que la línea ferroviaria Sant Cugat – Mundet se prolongará hacia el centro de Barcelona, el espacio al sur-este de la estación de metro es idóneo para la construcción de la Estación FGC de Mundet. Se propone pues que el pozo de ataque sirva después para la construcción de la futura estación FGC de Mundet

El emplazamiento del pozo de ataque y de las instalaciones de obra y la Estación FGC de Mundet en alzado y planta se presentan en el Documento 2 Planos del presente proyecto.

7.2. Trazado

En el cálculo de la geometría del trazado en planta y en alzado intervienen una serie de parámetros para los cuales se adoptan, según la naturaleza del mismo, unos valores máximos o mínimos en función de la velocidad y de las características funcionales de la línea.

La velocidad de diseño para la nueva línea de FGC es de 90 km/h. No obstante, en el tramo inicial, en la zona urbana de Sant Cugat la velocidad de diseño se ha establecido en 70 km/h por motivos geométricos y para reducir el impacto sonoro. Este tramo inicial corresponde a la salida de la Estación de Sant Cugat y la línea circula a cielo abierto a poca distancia de las viviendas (menos de 30 m).

En el Anejo 7-Trazado se definen los parámetros y valores asociados que sirven como base para el cálculo de la geometría del nuevo tramo ferroviario entre Sant Cugat y Mundet. La línea ferroviaria se diseña con tramos rectos y circulares, con radios superiores a 410 metros y con curvas de transición. Como curvas de transición se adoptan las de tipo clotoide con longitudes amplias que no penalicen el confort del viajero.

Todas las curvas tienen un radio superior a 410 metros, con la excepción de las dos primeras curvas, en el tramo inicial en la zona urbana. Como la velocidad de diseño en este tramo es menor, el radio mínimo se ha fijado a 245 m.

En alzado, la pendiente vertical máxima es de 30 ‰ y los radios de los acuerdos verticales con radios son mayores de 3 125 m.

7.3. Estructuras

En la zona de la Sierra de Sant Vicenç, se propone la creación de un viaducto para salvar el cauce del Torrente de Can Gordi. La ubicación del Viaducto de Sant Vicenç viene condicionada por la orografía del terreno.

Se propone una tipología de estructura prefabricada ejecutada con vigas pretensadas tipo artesa sobre las que se dispondrá una losa de 25cm. La plataforma del viaducto tendrá un ancho de 9 m.

Los elementos que forman la estructura del viaducto y el proceso constructivo se describen en detalle en el Anejo 8- Estructuras.

7.4. Túneles

La línea comienza en el centro urbano de Sant Cugat y atraviesa la Cordillera de Collserola para salir por la otra cara en Barcelona. Así pues, el trazado se compone de dos tramos cortos en zona urbana densa y un tramo de mayor longitud (casi 6 km) en la Cordillera, transcurriendo en más de un 85% en túnel o falso túnel.

Todos los túneles son de vía doble para reducir los costes de construcción y limitar el impacto ambiental.

En función de la orografía, del tipo de suelo y de la longitud del túnel, se define el método constructivo, el método de ejecución y la sección tipo asociado a cada uno de los túneles del trazado.

En el presente proyecto, se prevén tres túneles y dos falsos túneles. Los procedimientos constructivos propuestos son:

Túnel procedimiento constructivo		P.K. inicio	P.K. final	Longitud (m)
<i>Falso túnel 1</i> 'cut and cover'	Entre pantallas	1+50.00m	9+00.00m	490
	Con bóveda triarticulada	9+00.00m	9+00.00m	260
<i>Túnel de la Rabassada</i> Túnel de mina, Nuevo Método Austriaco para Túneles (NATM)		9+00.00m	21+80.00m	1280
<i>Falso túnel 2</i> 'cut and cover' con bóveda triarticulada		23+50.00m	26+00.00	250
Túnel Sant Adjutori Túnel de mina, Nuevo Método Austriaco para Túneles (NATM)		31+00.59m	38+68.51m	767,92
Túnel de Collserola Túnel con tuneladora de roca dura (TBM: Tunnel Boing Machine)		41+35.77m	76+50.73m	3514.96

En el Anejo 9-Túneles se detallan cada uno de los procedimientos constructivos y se presentan las secciones tipo. Este anejo también incluye una descripción de los sistemas de seguridad basada en la Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles (ETI). Estas medidas deben adoptarse en los túneles de más de 300 metros de longitud. Y se deberán prever en el futuro proyecto constructivo.

7.5. Plataforma y superestructura

Tipo de plataforma

Se prevé una plataforma tipo vía en placa con carril embebido en todo el trazado, excepto en un único tramo donde se opta por plataforma en balasto.

En la salida de Sant Cugat dirección Barcelona, la plataforma de la actual línea FGC es en balasto. Por esta razón en el tramo (de 150 metros) a cielo abierto situados entre la Estación FGC de Sant Cugat y el primer falso túnel se propone plataforma en balasto.

La vía en placa es una plataforma con carril fijado mediante un polímero a una cobertura y a una plata de hormigón armado. Esta plataforma tiene entre otras ventajas la de permitir la circulación de vehículos de emergencia por encima de la superestructura.

La plataforma de balasto consiste en un lecho de balasto de un mínimo 25 cm de espesor sobre 20 cm de subbalasto. En función de la calidad del suelo, se establece el espesor de la capa de forma: 60 cm (para calidad QS1), 40 cm (sobre tierras de calidad QS2) y para los suelos de calidad no se requiere capa de forma.

Traviesas y sujeciones

La vía en placa con carril embebido no precisa traviesas. La sujeción en los tramos en vía en placa se realiza con un polímero.

En el tramo de plataforma en balasto se instalarán las traviesas polivalentes monobloque PR-90 de longitud de 2,6 m. Se propone usar las sujeciones elásticas con Clip SKL-3, un tirafondo AV-1, una vaina anti-giro extraíble, una placa elástica de asiento PAE de 7 mm de espesor y placas acodadas ligeras A2. Este tipo de sujeciones ya se han utilizado en la prolongación de la línea FGC en Sabadell.

Carriles

Se usará el carril UIC 54 E1.

Catenaria

El tipo de catenaria varía a lo largo del trazado. Para los tramos a cielo abierto o en viaducto se propone una catenaria flexible CA-160. En los túneles o falsos túneles, se prevé una catenaria rígida de hilo de contacto de cobre.

7.6. Movimientos de tierras

Siendo subterráneo más de 6,5 kilómetros, la obra de este tramo ferroviario generará una cantidad muy importante de tierras sobrantes.

En el presente proyecto básico, se lleva a cabo una estimación de las tierras sobrantes a partir de: (i) la sección de excavación de los túneles y su longitud respectiva, (ii) los volúmenes de tierra sobrantes de los desmontes y (iii) los volúmenes necesarios para rellenar los terraplenes. Se incluye también las tierras generadas en la ejecución del pozo de ataque en la zona de Mundet.

El balance total de los movimientos de tierras es el siguiente

Material sobrante (m ³)			Aportaciones de material para terraplenes (m ³)	Balance total (material sobrante m ³)
Roca sana	Sauló	Suelo		
396 724	74 050	10 431,14	-14 916,56	466 288,22

Se concluye que sobrarían 466 288 m³ de tierras. Se observa que las tierras sobrantes son producto de la excavación de los túneles con explosivos y con tuneladora. Se trata pues de una roca sana que podrá ser aprovechada en otras obras civiles (para rellenar terraplenes, para el balasto, etc.) o sino para rellenar antiguas canteras. En caso contrario, las tierras sobrantes podrán transportarse a los vertederos en servicio más cercanos (el del Papiol o el de Badalona).

7.7. Afectaciones sobre la movilidad

No existen afectaciones mayores sobre la movilidad. Sin embargo, se han identificado tres caminos de arena que se verán afectados.

El trazado ferroviario interseca tres caminos en los siguientes P.K.: 22+80 m, 41+00 m y 40+00 m. La primera afectación se resuelve con un ligero desvío del camino hacia otro camino paralelo situado a menos de 80 m. En lo que se refiera a las dos otras afectaciones, se observa que los dos caminos afectados están conectados entre ellos. Por ello, se opta por desviar únicamente uno de ellos. Estos desvíos están dibujados en los planos en planta.

Durante de las obras se afectará temporalmente la movilidad, sobretudo en el tramo inicial, situado en la zona urbana de Sant Cugat. En el proyecto constructivo, se deberán presentar soluciones temporales: desvíos de tráfico, reducciones de velocidad, enlaces provisionales y, en el peor de los casos, la supresión con carácter temporal de la vía.

8. Estudio del impacto ambiental

En el presente proyecto básico se lleva a cabo un Estudio del impacto ambiental. Este estudio, en primer lugar, pretende identificar y analizar los efectos mayores producidos tanto durante la construcción del proyecto como durante la explotación de la futura línea. En base a diversos criterios, estos efectos se valoran cualitativamente y, cuando es posible, también cuantitativamente a partir

de aproximaciones. En segundo lugar, el estudio presenta medidas correctoras que sirvan de base para el futuro proyecto constructivo.

Para la redacción del proyecto constructivo correspondiente a este proyecto será necesario disponer previamente de un Estudio de Impacto Ambiental a partir del cual se redactará el anexo medioambiental correspondiente. Este estudio permitirá una cuantificación detallada y más exacta de los impactos y su redacción requiere una empresa especializada.

9. Gestión de residuos de construcción y de demolición

La ejecución de esta obra generará una gran cantidad de residuos que deberán ser gestionados con el fin de minimizar el impacto sobre el entorno.

Tratándose de un proyecto básico que no incluye las actuaciones de ampliación de la estación de Mundet, no es posible cuantificar la generación de residuos ni la gestión de estos.

En el futuro proyecto constructivo se deberá estimar el volumen de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra de desdoblamiento y establecer las directrices para su tratamiento posterior. Conforme con el artículo 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, estos elementos se incluirán en el Estudio de Gestión de Residuos de la Construcción y Demolición.

10. Servicios afectados

En el Proyecto Constructivo se deberán estudiar en detalle las redes de servicios presentes en las zonas afectadas por las obras. Entre otros, se deberán analizar las afectaciones sobre la red de abastecimiento de agua, la red de saneamiento, las líneas eléctricas, las conducciones de gas, las telecomunicaciones y el alumbrado público.

En un primer momento, se podrá llevar a cabo una inspección visual sobre el terreno para identificar cada uno de los servicios afectados y respectiva compañía propietaria. A continuación, se deberá contactar con las empresas suministradoras de estos servicios para obtener más información. En base a esta información, se confeccionará un estudio de las soluciones para cada afectación y éste se transmitirá al departamento de Servicios Afectados de Infraestructuras de Cataluña.

11. Expropiaciones, ocupaciones temporales

La solución de trazado adoptada no requiere la expropiación definitiva de terrenos privados. Solo exige ocupaciones temporales durante la fase de construcción.

Las ocupaciones temporales se limitarán a aquellas franjas de terreno que resulta necesario ocupar durante un periodo determinado para materializar la correcta ejecución de los trabajos de obra. Puesto que en el tramo inicial los impactos por ocupaciones temporales sobre los vecinos y el Golf de Sant Cugat serán considerables, se deberán prever indemnizaciones.

Las indemnizaciones se podrán estimar como el 10% del valor del terreno afectado por cada año de ocupación del mismo. En primer lugar, se deberán valorar los m² afectados según la clasificación del suelo del Plan De Ordenación Urbanística Municipal (POUM) y según su productividad asociada. En segundo lugar, se aplicarán los precios unitarios a las superficies afectadas según los diferentes tipos de aprovechamiento. Así se obtendrán los valores totales de dichas afectaciones.

12. Estudio de Seguridad y salud

El artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, establece la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras de construcción.

El estudio que se contempla en el Anejo 13 “Estudio de seguridad y salud” del presente documento tiene como finalidad establecer las bases técnicas para fijar los parámetros de prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores durante la ejecución de las obras del proyecto objeto de este estudio.

En el presente proyecto básico se dan las directrices básicas a la(s) empresa(s) contratista(s) para llevar a cabo su obligación de redacción de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio esquema de ejecución, las previsiones contenidas en este Estudio. Dicho Plan se presentará antes del inicio de las obras al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución para su aprobación y inicio de los trámites de Declaración de Obertura delante la Autoridad Laboral

El presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud queda recogido en el presupuesto de seguridad y salud (en el Anejo 13 Estudio de Seguridad y Salud) y su importe se incluye en los presupuestos generales (Documento nº4). El importe estimado de dicho estudio es de 3 123 981,96 euros.

13. Plan de la obra

La duración estimada de la obra es de 36 meses.

Se presenta un análisis de las distintas actividades constructivas siguiendo una cronología óptima para que la realización de la obra genere las menores afectaciones e impactos posibles y que se cumpla el plazo de tiempo fijado. Con este objetivo, se estudian los distintos condicionantes constructivos y se establecen unos rendimientos para cada actividad. Además, se incorporan los condicionantes climatológicos estudiados en el Anejo 4 Climatología.

14. Plan de Control de Calidad

En estricto cumplimiento de la normativa vigente se redacta el Anejo 15 Plan de control de calidad, en el cual se presentan las directrices para elaborar un plan de control de calidad para la ejecución de las obras. En este plan se identifican las unidades que deben ser objeto de control, del tipo de control, su frecuencia y el número de ensayos a llevar a cabo.

El Plan de Control de Calidad se ha dotado de un presupuesto de 2 221 465,04 euros.

15. Clasificación del contratista

De acuerdo con el artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratas de las Administraciones Públicas, se deberán exigir las siguientes clasificaciones al/los contratista(s) o que este(s) acredite(n) la subcontratación de la actividad relacionada con dicha clasificación (de conformidad con el director de obra) a una empresa con dicha clasificación:

Grupo A: *Movimiento de tierras y perforaciones*

Subgrupo 5. Túneles. - categoría F

Grupo D: *Ferrocarriles*

Subgrupo 1. Tendido de vías. - categoría F

Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles. - categoría F

Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica. - categoría F

Dado la elevada proporción de túneles o en falsos túneles, se exigirá la calificación de túneles.

16. Revisión de precios

La obra tiene un plazo de ejecución superior a un año. Por consiguiente, y en cumplimiento del artículo 77 de la Ley 30/2007, de 30 de octubre, sobre los contratos en el sector público, el proyecto deberá someterse a la revisión de precios.

Se aplicarán las fórmulas del Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento.

En particular, como indica la Orden Circular O.C. 316/91 de la Dirección General de Carreteras, en lugar de la fórmula teórica de la obra total se podrá utilizar la fórmula de los túneles de gran sección, puesto que la diferencia de valores entre ambas no es superior a las seis centésimas.

A continuación, la fórmula de revisión de precios de túneles de gran sección

$$K_t = 0,19 \frac{H_t}{H_o} + 0,08 \frac{E_t}{E_o} + 0,04 \frac{S_t}{S_o} + 0,54 \frac{L_t}{L_o} + 0,15$$

Fuente: O.C. 316/91

Donde,

K_t = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t

H_o = Índice de costa de la mano de obra en la fecha de licitación

H_t = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t

E_o = Índice de coste de la energía en la fecha de licitación

E_t = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

S_o = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de licitación.

S_t = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

17. Presupuesto

Como resultado de este proyecto básico, se calcula el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) para la obra desdoblamiento de la línea FGC del Vallés en el tramo Sant Cugat – Mundet.

El importe del Presupuesto de ejecución material es de 178 181 558,53 euros.

Aplicando al anterior valor un 13% en concepto de Gastos Generales y un 6% en concepto de Beneficio Industrial, se obtiene el Presupuesto de ejecución por contrata (sin IVA) de 212 036 054,65 euros.

Al resultado anterior se añade el 21% en concepto de Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA); y se obtiene el Presupuesto general por contrata con IVA 256 563 626,13 euros.

18. Documentos que comprende el proyecto

Documento nº1: Memoria y Anejos

Memoria

Anejos de la memoria

ANEJO nº1: Razón de ser y antecedentes

ANEJO nº2: Topografía

ANEJO nº3: Geología

- ANEJO nº4: Climatología
- ANEJO nº5: Hidrología y drenaje
- ANEJO nº6: Estudio de las alternativas
- ANEJO nº7: Trazado
- ANEJO nº8: Estructuras
- ANEJO nº9: Túneles
- ANEJO nº10: Plataforma y superestructura
- ANEJO nº11: Movimiento de tierras
- ANEJO nº12: Estudio de impacto ambiental
- ANEJO nº13: Estudio de Seguridad y salud
- ANEJO nº14: Plan de obra
- ANEJO nº15: Plan de control de calidad
- ANEJO nº16: Justificación de precios

Documento nº 2 Planos

Estudio de alternativas A

- A1 Situación
- A2 Trazado completo
- A3 Zona Sant Cugat
- A4 Zona de Mundet

Solución adoptada B

- B1 Planos en planta
 - B1-2 Pozo de ataque e instalaciones de obra
- B2 Planos del perfil longitudinal
- B3 Secciones tipo
 - B3-1 Sección tipo – terraplén – balasto
 - B3-2 Sección tipo – desmonte – balasto
 - B3-3 Sección tipo – terraplén – vía en placa
 - B3-4 Sección tipo – desmonte – vía en placa
 - B3-5 Sección tipo – falso túnel entre pantallas en recta
 - B3-6 Sección tipo – falso túnel entre pantallas en curva
 - B3-7 Sección tipo – falso túnel con bóveda las en recta
 - B3-8 Sección tipo – falso túnel con bóveda en curva
 - B3-9 Sección tipo – túnel de mina en recta
 - B3-10 Sección tipo – túnel de mina en curva
 - B3-11 Sección tipo – túnel TBM en recta

- B3-12 Sección tipo – túnel TBM en curva
- B4 Viaducto San Vincenç
 - B4-1 Viaducto - Perfil longitudinal
 - B4-2 Viaducto - Sección tipo
 - B4-3 Viaducto - Pila y estribo
- B5 Cortes del tramo urbano Sant Cugat
- B6 Estación FGC de Mundet
- B7 Planos de evacuación
 - B7-1 Planta de las salidas de emergencia
 - B7-2 Perfil longitudinal del pozo de salida de emergencia
 - B7-3 Sección tipo – galería de salida de emergencias
 - B7-4 Sección tipo – pozo de salida de emergencia

Documento nº3: Pliego de condiciones técnicas particulares

Documento nº4: Presupuesto

19. Conclusiones

Con todo lo expuesto en esta memoria, con junto con los otros documentos que constituyen el proyecto, se considera que se verifican los objetivos de su redacción y se somete a la aprobación de los organismos competentes.

Barcelona, Mayo de 2016

El ingeniero autor del proyecto abajo firmante,

Pilar López Camacho

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado nº-

Anexos

ANEJO 1:

Razón de ser y antecedentes

Anejo 1: Razón de ser y antecedentes

1.	El proyecto de desdoblamiento de la línea de FGC del Vallés	3
2.	Antecedentes e interés	3
2.1.	Principales características de la red FGC del Vallés.....	3
2.2.	La saturación de la red FGC del Vallés.....	7
2.3.	La pertinencia de la actuación.....	8
3.	Los beneficios de la actuación.....	8

1. El proyecto de desdoblamiento de la línea de FGC del Vallés

El 'Plan Director d'Infraestructures del transport col·lectiu de la regió metropolitana de Barcelona 2011-2020' (PDI 2011-2020) incluye el proyecto de desdoblamiento de la línea del Vallés de los Ferrocarriles de la Generalitat de Catalunya (FCG), actuación AX13 de este PDI.

Esta actuación plantea una prolongación por la Ronda de Sant Pere, en dirección del distrito del 22@, desde la actual estación de Plaza Cataluña hacia Horta y el Vallés, a través un nuevo túnel por Collserolla, hasta enlazar de nuevo con la red de FGC en Sant Cugat del Vallés

Actuaciones de la red de los FGC del Vallés (finalizadas, en ejecución o en estudio)



Fuente: PDI 2011-2020

La actuación AX13 supone una obra de más 18 km nuevos de línea férrea y la creación o ampliación de 8 estaciones. Se prevé que la globalidad del trazado será en túnel. La actuación contemplada permitiría la circulación de 36 trenes por sentido en hora punta que significa un incremento del 29% de la capacidad con respecto a la situación actual.

Además, en el proyecto de desdoblamiento de la línea FGC del Vallés, se debe tratar otra cuestión: el culo de saco de la Estación de Plaza Cataluña, que alcanzaría su máxima capacidad. Por ello, se deberían plantear soluciones como la construcción de una cola de maniobras bajo la Ronda Sant Pere. Este proyecto se encuentra en estado de 'proyecto construcción en proceso de redacción'. Se ha definido que la cola de maniobras apunte hacia la calle de Fontanella, para una posterior prolongación hacia el túnel de Horta.

2. Antecedentes e interés

2.1. Principales características de la red FGC del Vallés

La red ferroviaria de los FGC Barcelona-Vallés consta de 6 líneas que se extiende sobre 44,2 km de longitud: cuatro ofrecen un servicio suburbano (S1 Terrassa Naciones Unidas, S2 Sabadell Rambla, S5 Sant Cugat o Rubí y la S55 Universidad Autónoma) y dos realizan un servicio urbano (L6 Reina Elisenda y L7 Av.Tibidabo).

La red tiene un ancho internacional (1.435 mm) y la electrificación es de 1.500 Vcc. El 98,4% del sistema ferroviario del Vallés es de doble vía – una vía por sentido - y el único tramo de vía única corresponde al tramo entre Sabadell-Estación y Sabadell Centro (terminus).

Las líneas S1, S2, L6 y L7 circulan todos los días del año, mientras que la S5 y la S55 sólo circulan los días laborables como servicio de refuerzo.

La imagen siguiente muestra la red de FGC de Barcelona – Vallés actual.

Red ferroviaria Barcelona-Vallés de los FGC



Fuente: ATM

A continuación se analizan las principales características infraestructurales de la red, la oferta de servicio y su demanda.

Las características infraestructurales de la línea de FGC del Vallés por tramos permiten conocer las restricciones técnicas y operacionales de la red. En particular, destacar el número de túneles por tramo. Este indicador permite conocer en que tramos las diversas líneas comparten las vías. Por ejemplo, las líneas S1, S5 S55 y S2 circulan por las mismas vías en el tramo entre Pl. Cataluña y Sarriá. A su vez, estas líneas junto con la línea L7 comparten vías en el tramo entre Pl. Cataluña y Gracia. Esto último supone un factor limitante de la capacidad de servicio - números de trenes por hora- de las líneas, como se explica más adelante.

Características infraestructurales del Metro del Vallés

Característiques infraestructurals del Metro del Vallès										
		Catalunya – Gràcia	Gràcia – Av. Tibidabo	Gràcia – Sarrià	Sarrià – R. Elisenda	Sarrià – St. Cugat	St. Cugat – Rubí	Rubí – Terrassa	St. Cugat – UAB	UAB – Sabadell Rbla.
Nombre de ponts		0	0	0	0	12	11	14	16	4
% longitud sobre pont		0	0	0	0	1,9	3	2,6	5,3	2,6
Nombre de túnels		1	1	1	1	5	1	1	0	3
% de longitud túnels		100	100	100	100	42,23	3,06	12,35	0	12,74
Desviaments		17	1	11	10	15	25	16	17	10
Passos a nivell		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rampa max.		38 ‰	40 ‰	40 ‰	6 ‰	44 ‰	-7 ‰	26 ‰	- 38 ‰	30 ‰
Radi mínim		91 m	140 m	150 m	200 m	110 m	146 m	300 m	215 m	139 m
Entrevia		3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	3,5 m	4 m	4 m	4 m
Gàlib	Amplada màx					2,8 m				
	Alçada màx					4 m				

Fuente: FGC

A partir de la tabla de las características infraestructurales se identifican las bifurcaciones presentes en la red FGC del Vallés, además de las de las estaciones terminales, siguientes:

- Bifurcación Gracia – Tibidabo (salto de carnero – bifurcación a desnivel)
- Bifurcación Sarria – Reina Elisenda (cizallamiento)
- Bifurcación Sant Cugat (cizallamiento)

La oferta de servicio también se constituye y diseña a partir de las características infraestructurales. La siguiente tabla presenta la oferta de servicio en 2010 expresada en términos de intervalo medio de circulación, tiempos de viaje y número de trenes por día. Entre Plaza Cataluña y Sarria circularon, en 2010, 479 trenes por cada dirección.

Oferta de servicio de la línea Barcelona – Vallés (2010)

Oferta de servei de la línia Barcelona - Vallès. Any 2010								
Feiners								
	Interval mitjà			Temps de viatge	Nombre de trens/dia 2010		Nombre de trens/dia 2009	
Trajecte	h. punta	bàsic	h. vall		ascend	descend	ascend	descend
Servei urbà				(1)				
Pl. Catalunya – Gràcia	1'53"	2'	2'30"	4'30"	479 (2)	472	475	472
Pl. Catalunya – Sarrià	2'44"	3'	3'45"	11'30"	325 (3)	318	321	318
Pl. Catalunya - R. Elisenda	6' (4)	6'	7'30"	14'30"	114+39 (4)	115+39	112+39	115+37
Pl. Catalunya - Av. Tibidabo	6'	6'	7'30"	9'30"	154	154	154	154
Metro del Vallès								
Pl. Catalunya - Sant Cugat	2'44"	6'	7'30"	25'	209 (5)	203	209	202
Pl. Catalunya – Rubí	5'30"	12'	15'	32'	100	98	99	97
Pl. Catalunya - Terrassa-Rbla	10' (6)	12'	15'	41'	81	81	81	82
Pl. Catalunya - U. Autònoma	5'30"	12'	15'	35'	108	103	107	103
Pl. Catalunya - Sabadell-Rbla	10'	12'	15'	42'	82	79	82	80

Font: FGC, 2011.

- Notes:
- (1) Entre parèntesi temps emprat pels trens S1 i S2.
 - (2) 154 trens L7 + 114 trens L6 + 209 trens S1, S2, S5, S55 i 2 escolars.
 - (3) 114 trens L6 + 209 trens S1, S2, S5, S55 i 2 escolars.
 - (4) Entre les 7:20h i les 8:45h només llançadores Sarrià-Reina Elisenda, S5 i S55 entre Pl. Catalunya-Sarrià.
Entre les 8:45h i les 9:20h, i entre 16:56h i 19:29h alternant trens L6 i llançadores Sarrià-Reina Elisenda.
 - (5) 163 trens S1 i S2 + 18 trens S5 + 26 trens S55 i 2 escolars.
 - (6) 5'30" en sentit descendent i 10' en sentit ascendent.

Fuente: FGC

Por último, respecto a **la demanda de transporte de la red**, observando la siguiente tabla se deduce que la demanda se concentra principalmente en el tramo entre Sant Cugat y Sarria: 3,4 millones y 3,5 millones de usuarios anuales respectivamente cuyo trayecto tiene por origen o destino una estación exterior al tramo Plaza-Cataluña-Sarria.

Número de viajes realizados por estación de origen

Nombre de viatges realitzats per estacions d'origen

Línia Barcelona-Vallès	Servei urbà	Metro del Vallès	Total
Barcelona - Pl. Catalunya	6.344.485	5.007.712	11.352.197
Provença	5.205.018	2.992.962	8.197.980
Gràcia	1.589.622	1.167.616	2.757.238
Sant Gervasi	868.268	143.352	1.011.620
Muntaner	1.930.205	829.444	2.759.649
La Bonanova	754.579	174.303	928.882
Les Tres Torres	886.004	164.307	1.050.311
Sarrià	2.195.729	1.254.009	3.449.738
Reina Elisenda	735.048	130.698	865.746
Pl. Molina	191.010	20.931	211.941
Pàdua	583.691	57.798	641.489
El Putxet	1.277.617	139.900	1.417.517
Av. Tibidabo	1.399.668	161.319	1.560.987
Peu del Funicular		348.896	348.896
Carretera de les Aigües		20.873	20.873
Vallvidrera Superior		390.492	390.492
Baixador de Vallvidrera		379.065	379.065
Les Planes		369.316	369.316
La Floresta		386.555	386.555
Valldoreix		1.061.534	1.061.534
Sant Cugat		3.431.381	3.431.381
Mira-sol		522.961	522.961
Hospital General		443.042	443.042
Rubí		2.080.062	2.080.062
Les Fonts		377.376	377.376
Terrassa Rambla		2.173.235	2.173.235
Volpelleres		575.506	575.506
Sant Joan		944.106	944.106
Bellaterra		467.011	467.011
Universitat Autònoma		1.653.451	1.653.451
Sant Quirze		711.308	711.308
Sabadell Estació		712.822	712.822
Sabadell Rambla		1.327.667	1.327.667
TOTAL (1)	23.960.944	30.621.010	54.581.954

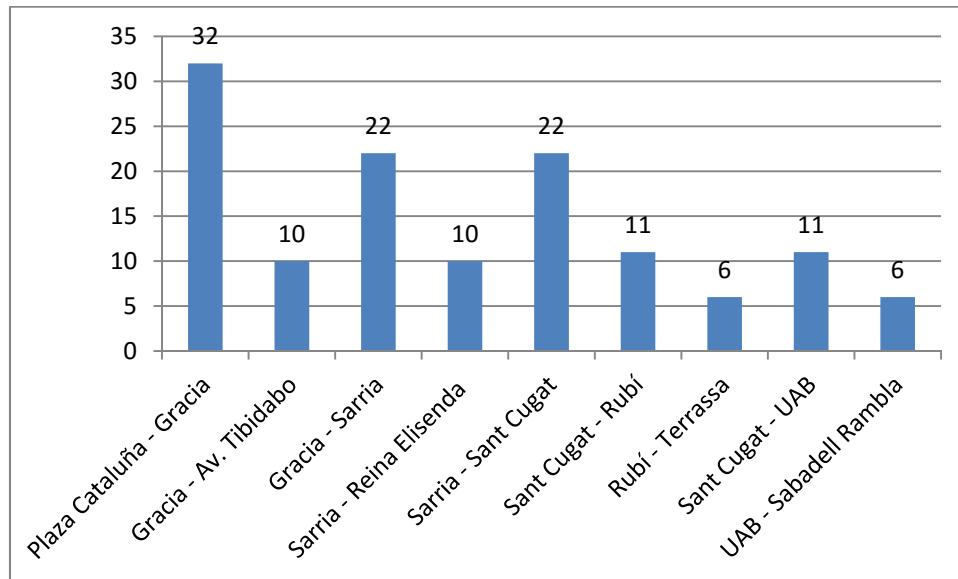
(1) Incluidos los viajes con título subvencionado

Fuente: Memoria 2013 Demanda –

2.2. La saturación de la red FGC del Vallés

El servicio ofrecido está limitado por las características infraestructurales de la red. Actualmente, la red ya opera prácticamente a su máximo. La línea del Vallés funciona al límite de su capacidad en el tramo entre Gracia y Plaza Cataluña, tramo donde confluyen todos los servicios de esta red. En hora punta, se opera a 32 servicios por sentido y hora. En consecuencia, la red ferroviaria del Vallés no puede absorber una mayor demanda de usuarios.

Circulaciones en hora punta en la red FGC



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de FGC

El actual servicio ofrecido se considera insuficiente para absorber la demanda existente y potencial de la red ferroviaria del Vallés y para ofrecer una calidad de servicio adecuada. El hecho que exista únicamente una vía por sentido entre el tramo Plaza Cataluña y Gracia es un factor limitativo que impide aumentar los 32 trenes por sentido y hora. En consecuencia, la frecuencia de las líneas hacia Sant Cugat, Rubí, UAB, Sabadell o Terrassa no se puede aumentar.

El cizallamiento es también otro de los puntos críticos que limita la capacidad de una red ferroviaria. En hora punta, el cizallamiento (cruce de vías a nivel) en la Estación de FGC de Sant Cugat puede limitar el servicio ofrecido hacia Rubí, la UAB, Sabadell o Terrassa. El cizallamiento en esta estación, de circulación elevada en hora punta (22 trenes por hora y sentido), dificulta el mantenimiento de una estabilidad de los horarios y, en caso de incidencia, el impacto negativo sobre la red es amplificado.

De hecho actualmente en hora punta, los días laborables, la línea L6 funciona como una lanzadora entre Sarrià y Reina Elisenda para liberar – no sobrecargar – el tramo Sarrià-Plaza Cataluña y evitar los impactos derivados del cizallamiento. El espacio reservado para la L6 se cede a las líneas S5 y S55.

2.3. La pertinencia de la actuación

Dado el nivel de saturación de los túneles Gracia-Pl. Cataluña y Gracia-Sant Cugat, un segundo túnel entre la ciudad de Barcelona y el Vallés es necesario para resolver el problema de capacidad operacional de la red ferroviaria del Vallés. La construcción de un itinerario entre Barcelona – Vallés de FGC permitirá aumentar la capacidad de la actual red ferroviaria del metro del Vallés.

A raíz de la puesta en servicio de las dos prolongaciones en Sabadell y en Terrassa, se espera un aumento de la demanda de transporte. Estas dos prolongaciones de la red ferroviaria refuerzan también la pertinencia del proyecto de desdoblamiento.

El proyecto de prolongación de la línea FGC en Terrassa contempla 4,5 kilómetros de tramo de línea y dota a la ciudad con tres nuevas estaciones urbanas subterráneas constituyendo una verdadera línea de metro propia que une y comunica la ciudad. El proyecto de prolongación de la línea FGC en Sabadell, a lo largo de 4,2 kilómetros, también dota al municipio con tres estaciones más.

Según las previsiones de FGC, la red de FGC en Terrassa debería sumar 5,5 millones de viajeros/año y suponer, para el conjunto de la red FGC del Vallés, 3 millones de usuarios nuevos. En lo que respecta a la prolongación en Sabadell, la previsión es que la puesta en marcha de las nuevas estaciones permita aumentar en 40.000 los usuarios cada año, lo que se traduce en un 20% más de demanda de la línea S2.

También, la previsión de aumento de la movilidad entre el Barcelonés y el Vallés Occidental en los próximos años justifica la necesidad de esta obra de desdoblamiento ferroviario.

3. Los beneficios de la actuación

El desdoblamiento de la línea FGC del Vallés permitirá un incremento de la capacidad de transporte pasando de los 32 trenes actuales a 36 por sentido y hora como mínimo (según el PDI), lo que comporta un incremento substancial del 29% de la capacidad con respecto a la situación actual. Esto significa una mejora notable en la oferta de movilidad en transporte público entre los municipios del Vallés y su entorno y su conexión con Barcelona y el área metropolitana.

El aumento de la capacidad de servicio ofrecido de la línea del Vallés se traduce en una reducción del tiempo de espera en los andenes (menos tiempo de transporte puerta a puerta) y también se traduce en un aumento del confort del trayecto (tanto en la espera en los andenes como dentro del vehículo). De acuerdo con el PDI, el intervalo de circulación se reduce de 120" a 105".

Además, el desdoblamiento de la línea permite dar más permeabilidad a la red aumentando la cobertura territorial y mejorando el mallado de la red de transporte público en el área Metropolitana de Barcelona. El metro del Vallés captará a nuevos usuarios y los actuales usuarios disfrutarán de una oferta de servicio de transporte público más amplia, más fiable y confortable.

Anejo 2:

Topografía

Anejo 2: Topografía

1.	Introducción	3
2.	Descripción de los datos cartográficos del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC).....	3
2.1.	Escala	3
2.2.	Formatos disponibles	3
2.3.	Sistema de referencia.....	3
2.4.	Sistema cartográfico de representación	4
2.5.	Descripción de la cartografía dispuesta	4
3.	Hojas cartográficas utilizadas	5

1. Introducción

En el marco de este proyecto básico, no se han obtenido datos cartográficos directos de campo dado la no disponibilidad de recursos económicos y el carácter académico del presente proyecto. La cartografía en la que se ha basado este proyecto procede pues de los datos del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC).

En el presente anejo, se expone la metodología utilizada para el tratamiento de los datos cartográficos necesario para elaborar este proyecto. Los datos cartográficos del ICGC están disponibles en versión digital y a libre disposición.

2. Descripción de los datos cartográficos del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC)

Los datos cartográficos del ICGC están disponibles en distintas escalas y formatos.

2.1. Escala

Las escalas de la información cartográfica del ICGC, de libre acceso y descarga, son:

- 1:1.000
- 1:5.000
- 1:10.000
- 1:25.000
- 1:50.000
- 1:250.000
- 1:500.000
- 1:1.000.000

Se ha utilizado la escala 1:5.000, que es la escala más precisa de la cual se dispone de todos los formatos necesarios para su posterior descarga y tratamiento.

2.2. Formatos disponibles

Los datos cartográficos están disponibles en distintos formatos (DXF., DGN., SHP., KMZ., etc.). Se han descargado los datos en formato DXF. (*Drawing Exchange Format*), pues éste es un formato de archivo para dibujos creado para posibilitar la interoperabilidad entre los archivos DWG. (*drawing*), formato usado por el programa AutoCAD.

Asimismo, las hojas se han descargado en formato DXF. Cada una de estas hojas está compuesta por 6 planos, que a su vez tiene un conjunto de capas. Para cada una de las hojas, se han reagrupados los planos en un mismo archivo AutoCAD, guardado posteriormente en formato DWG.

2.3. Sistema de referencia

El sistema geodésico de referencia utilizado por el ICGC es el ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*), establecido como oficial por el Real Decreto 1071/2007, del 27 de julio. Este decreto establece como sistema geodésico de referencia oficial en España el sistema ETRS89. Se trata , además, del sistema de referencia usado en Europa.

Este sistema geodésico está basado en el elipsoide GRS80 (*Geodetic Reference System 1980*), fijado en la parte estable de la placa continental euroasiática y consistente con el ITRS (*International Terrestrial Reference System*).

Por lo que respecta al presente proyecto, dado su emplazamiento en la península ibérica y conforme al decreto anterior, se toma como referencia el nivel medio del mar en Alicante. Las coordenadas geodésicas son positivas para la altitud y la longitud, puesto Cataluña se sitúa al norte del Ecuador y al este del meridiano de Greenwich.

2.4. Sistema cartográfico de representación

El sistema de representación planimétrico consiste en la proyección conforme al Universal Transversa de Mercator (UTM), que coincide con la establecida por el Real Decreto 1071/2007. En particular, para Cataluña esto supone el uso del ETRS-TM31 (huso 31). El orden de las coordenadas es Easting (X), Northing (Y).

2.5. Descripción de la cartografía dispuesta

A continuación, se presentan las principales características de los datos cartográficos que configuran las capas de altimetría, de planimetría, de toponimia y los puntos de referencia para la serie 1:5.000.

2.5.1. Altimetría

El relieve se define a partir de las curvas de nivel y también por cotas en puntos significativos. Las curvas de nivel se calculan automáticamente por interpolación sobre el modelo triangular de elevaciones del terreno generado a partir del conjunto de objetos que modelan el terreno durante el proceso de restitución fotogramétrica.

La equidistancia entre curvas de nivel es de 5 metros, con curvas de nivel maestras etiquetadas cada 25m (destacan sobre las otras).

2.5.2. Planimetría

Los datos planimétricos recogidos en la base cartográfica incluyen objetos relativos a la hidrografía, vías de comunicación, municipios y a la cubierta del suelo y de vegetación.

En lo que se refiera a la hidrografía, se distingue, por un lado, entre la red hidrográfica lineal y las masas de agua y, por otro lado, entre la que es natural y la que es artificial. La red hidrográfica lineal tiende a ser completa y conectada, pero esto no siempre es posible debido a que los datos se recogen mediante restitución fotogramétrica, sin incorporar trabajo de gabinete o de campo.

Dentro de las vías de comunicación, están incluidos los viales asfaltados y los no asfaltados además de la vía férrea y de transporte por cable.

Los poblados e infraestructuras auxiliares comprenden los elementos constructivos como edificaciones, campos de deporte, valles, recintos y elementos urbanísticos auxiliares, pero también se incluyen las infraestructuras relativas a la hidrografía y a las comunicaciones. Cabe mencionar que las edificaciones y otros elementos de construcción en función de la procedencia de los datos han quedado recogidos de manera diferente. Si provienen de la restitución fotogramétrica, se han recogido por su límite visible construido, incluyendo las partes en voladizo. En el caso de procedencia de cartografía bidimensional de escalas mayores con revisión de campo, las partes en voladizo no quedan recogidas, ya que fueron eliminadas durante la incorporación de la revisión.

Por último, se han recogido un conjunto reducido de cubiertas de suelo, que se concreta en los bosques, las zonas rocosas, humedales, playa y arenales, parcelas rústicas aparentes y agrupaciones de árboles.

Especial atención se otorga en este proyecto a los espacios verdes protegidos y a la hidrografía.

2.5.3. Toponimia

La toponimia se refiere al conjunto de los nombres propios incluidos en la base cartográfica. Ésta proviene del trabajo de campo llevado a cabo por el ICGC entre 1984 y 1995. A posteriori, se han realizado revisiones y actualizaciones.

La denominación de los municipios, de las entidades de población y otra toponimia mayor corresponde a la aprobada al Nomenclátor oficial de toponimia mayor de Cataluña (2003), y actualizaciones posteriores. Cada hoja contiene la toponimia clasificada según el fenómeno del mundo real que denomina. En la base no hay relación entre el topónimo y la representación del fenómeno al que hace referencia. Hay topónimos que hacen referencia a fenómenos no representados de manera explícita en la base, como es el caso de parajes o sierras.

2.5.4. Puntos de referencia

La BT-5M incluye una selección de los vértices geodésicos del *Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya* (SPGIC) como objeto de la base. Se presentan con las coordenadas redondeadas al centímetro y con una serie de atributos que los caracterizan.

3. Hojas cartográficas utilizadas

El ICGC divide el territorio catalán en hojas numeradas.

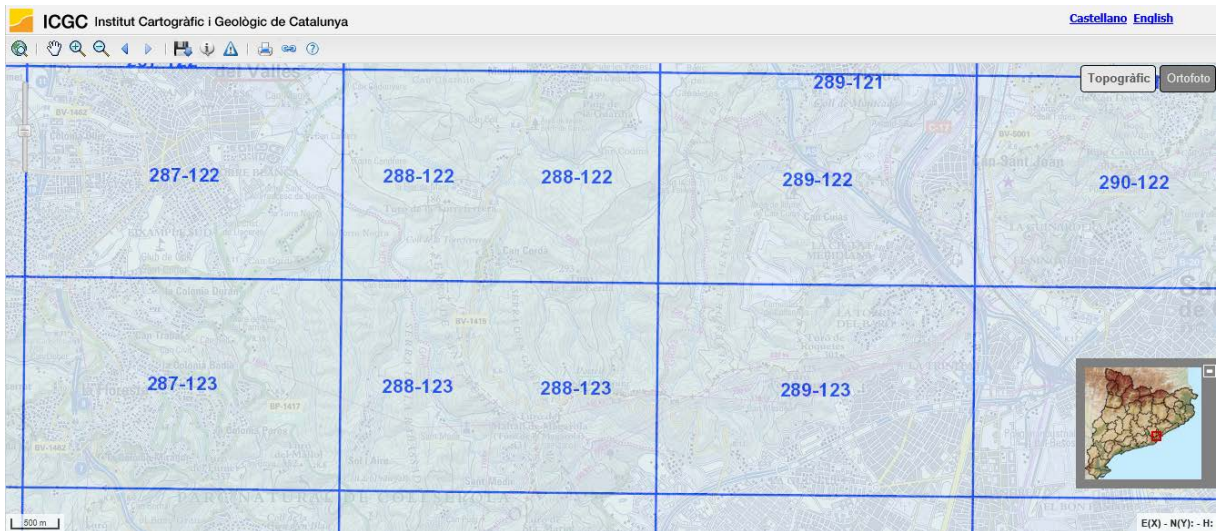
Como ya se mencionó, la escala utilizada para la elaboración de este proyecto es la 1:5.000. Las hojas utilizadas necesarias para este proyecto básico son:

- 287-122
- 288-122

- 289-122
- 287-123
- 288-123
- 289-123

En el siguiente mapa se observan las hojas de la zona que incumbe el presente proyecto.

Mapa de las hojas de descarga de cartografía 1:5.000



Fuente: ICGC

ANEJO 3:

Geología

ANEJO 3: Geología

1. Introducción e información de referencia	3
2. Contexto geológico general.....	3
3. Estratigrafía	6
4. Litología	8
5. Tectónica	12
6. Cortes geológicos	13
7. Hidrogeología	15
8. Riesgos geológicos.....	16
8.1. Riesgos sísmicos	16
Apéndices	20

1. Introducción e información de referencia

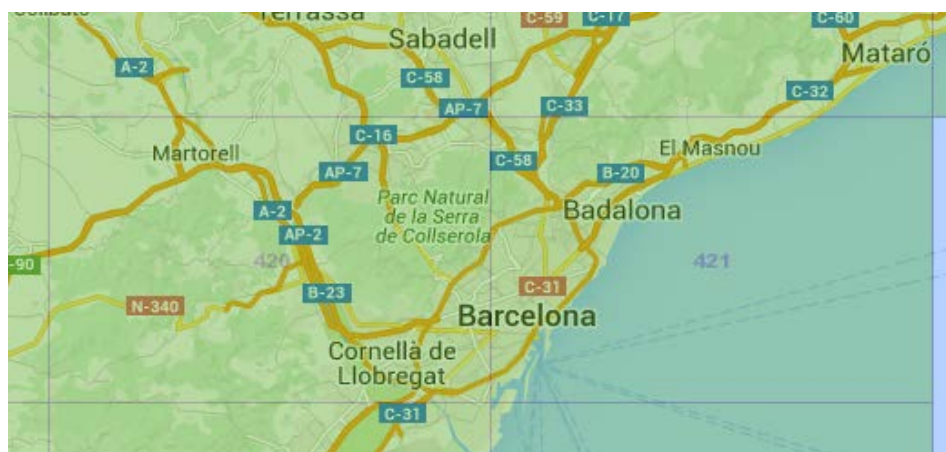
El objetivo del presente anejo es el de analizar la geología de la zona del proyecto y identificar los materiales que atraviesa la nueva línea ferroviaria entre Sant Cugat y Mundet. Situar el proyecto en su contexto geológico es necesario para la caracterización de los materiales a utilizar, para la elección de la solución adoptada y los métodos constructivos.

Para el desarrollo de este anejo se ha consultado la siguiente información de referencia:

- Mapa Geológico de España 1: 50.000. Hoja 420 – Hospitalet de Llobregat. Instituto Tecnológico Geominero de España (FECHA 1996)
- Mapa Geológico de España 1: 50.000. Hoja 421 - Barcelona. Instituto Tecnológico Geominero de España (FECHA 1996)
- Mapa de grupos litológicos de Cataluña 1:250.000. Instituto Geológico de Cataluña (2006).
- Mapa geológico de Cataluña 1:300.000. Instituto Geológico de Cataluña (2011).
- Sitio web del Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña.

A partir de estos datos se desarrollan el marco geológico, la litología, los cortes geológicos la hidrogeología y los riesgos geológicos.

Mapa de las hojas de descarga de geología 1:50.000



Fuente: ITGE

2. Contexto geológico general

A nivel regional, el área está situada en la Unidad Geológica llamada “Catalánides”, que conforma la Cordillera Costero-Catalana. El basamento Paleozoico que aflora está constituido básicamente por granitos y materiales sedimentarios. Esta sierra está constituida por tres grandes unidades morfoestructurales orientadas paralelas a la costa: la Cordillera Prelitoral, la Depresión Prelitoral y la Cordillera Litoral.

Concretamente, el tramo de este proyecto transcurre en dos unidades: la Depresión Prelitoral y la Cordillera Litoral. El núcleo urbano de Sant Cugat del Vallés se encuentra en la Depresión Prelitoral Catalana, pero a medida que nos alejamos del núcleo urbano dirección Collserola nos adentramos en la Cordillera Litoral.

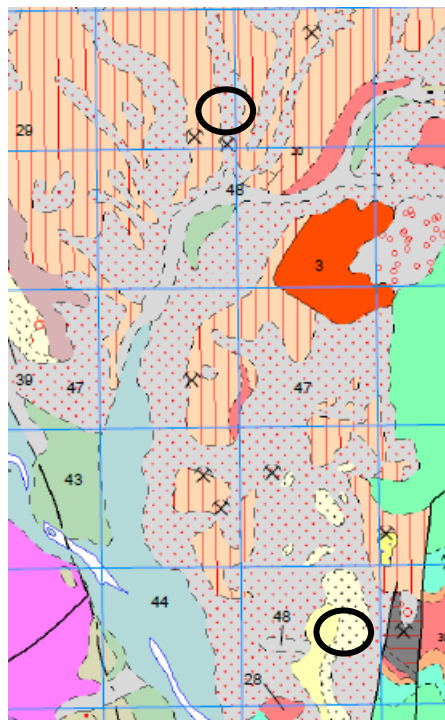
La Depresión Prelitoral, que también se llama Depresión del Vallés-Penedés es una fosa de origen tectónico dividida por el río Llobregat en dos sectores: el del Vallés - al este - y el del Penedés - al

oeste-. El sector del Vallés está relleno de materiales del periodo del Cuaternario, constituido principalmente de abanicos y llanuras aluviales.

La Cordillera Litoral está básicamente constituida por materiales del Paleozoico y del Mesozoico con una orientación NE-SW. En particular, la Sierra de Collserola está integrada casi exclusivamente por rocas ígneas y metamórficas del Paleozoico (Era Primera), afectadas por los movimientos de la corteza terrestre – fenómeno que se denomina: la orogenia herciniana-. Durante esta misma fase se dio una intrusión granítica. Esta intrusión provocó en las rocas adyacentes a la Cordillera Litoral una zona de metamorfismo de contacto. Por ello, las rocas situadas a los pies de la Sierra de Collserola se tratan mayoritariamente de sedimentos metamórficos.

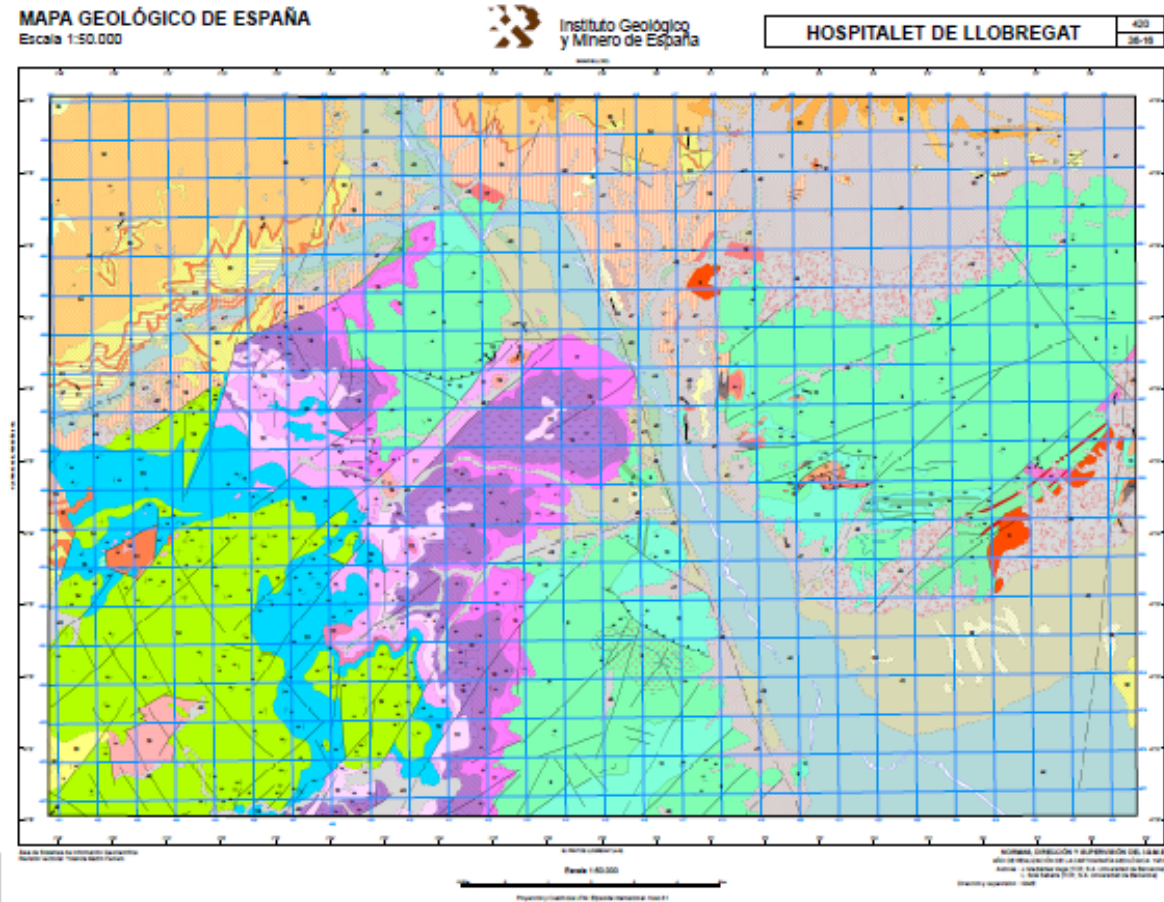
Cabe lugar pues explicar el proceso geológico de la orogenia herciniana. Durante su primera etapa, las rocas lutitas se transformaron en pizarras y filitas y se generaron buena parte de los filones de cuarzo. En su segunda fase, se produjo una intrusión de magma, que dio lugar a los granitoides. Los granitoides son rocas ígneas plutónicas constituidas esencialmente por cuarzo, feldespato y mica. Además, dado el aumento de presión y de temperatura – rápido y fuerte – se dio un metamorfismo de contacto. Esto explica que las rocas de la sierra de Collserola estén constituidas por materiales metamórficos de origen muy antiguo, por principalmente de pizarras y por, en menor medida, filones de cuarzo. Las pizarras son pues rocas metamórficas de grano fino formadas por la compactación por metamorfismo de bajo grado de lutitas (rocas integradas por detritos clásticos constituidos por partículas de los tamaños de la arcilla y del limo). Estas rocas se sitúan sobre el estrato granítico de la Sierra. En la Era Secundario, durante la llamada orogenia alpina, tuvo lugar la consolidación de las cordilleras costeras. En este momento, la sierra de Collserola se configuró como un bloque alzado delimitado por fallas normales, como se ve observará en una figura más adelante. La edad de los materiales y los procesos que tuvieron lugar se resumen en la figura en Apéndice 1 y 2.

Imagen tomada del Mapa Geológico de Hospital de Llobregat 1:50.000 (ampliación)



Fuente: Instituto Geológico y Minero de España

Fuente: Instituto Geológico y Minero de España



3. Estratigrafía

Desde el punto de vista estratigráfico, en la zona donde se desarrolla el proyecto se haya presentes los siguientes tipos de suelos clasificables en función de su período de formación:

Del Cuaternario reciente (Holoceno) – en el núcleo urbano de Sant Cugat -:

- Qva1-3: Abanicos y llanura aluvial de la Riera de les Arenes

Se trata de un depósito cuaternario aluvial que recubre un substrato terciario (Mioceno) constituido por conglomerados de color gris con matriz arenosa sin cementos. Este substrato terciario está constituido por conglomerados grises con matriz arenosa y sin cemento, con cantos de pizarra, cuarzo, lidita, caliza, roca granítica, cuarcita y areniscas.

Del Cuaternario antiguo (época del Plistoceno) – al sur este de Sant Cugat y en la zona de la Estación de Mundet -:

- Qg: depósitos de piedemonte que forman una superficie suavemente inclinada hacia las depresiones.

La naturaleza de estos depósitos está ligada con la de los relieves junto a los cuales se desarrolla. Los depósitos al pie de los relieves paleozoicos (como son el caso al sur de Sant Cugat y en la vertiente marítima de la sierra de Collserola) están formados por derrubios angulosos de pizarras y cuarcitas mezcladas con arcillas de color rojo. Hacia el llano estos derrubios indentan con los complejos limosos.

Del Paleozoico (Cambroordovicio u Ordovícico) - en corazón del macizo de Collserola -:

- ÇOrp: Pizarras micacíticas y seritas arenosas con cuartitas basales

Del Paleozoico (Carboníferos-Permianos) – en la cara Este de la Sierra de Collserola -:

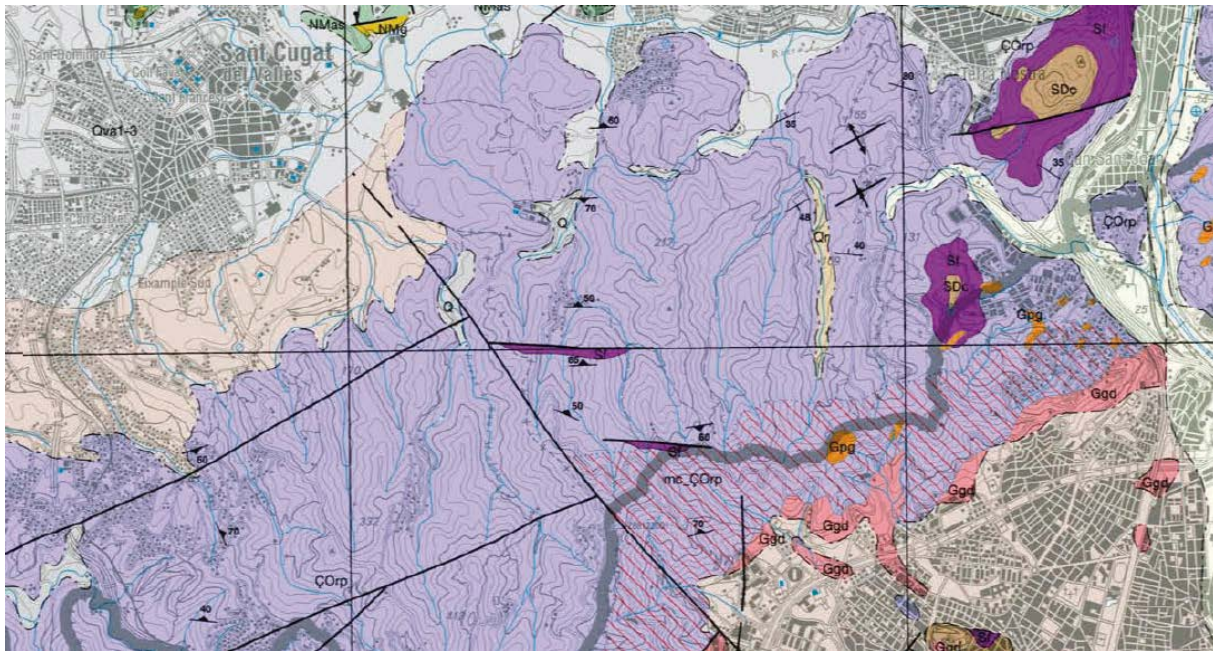
- mc_ÇOrp: filitas y cornubianitas. Pizarras micacíticas afectadas por el metamorfismo de contacto.

Se trata de una roca ÇOrp afectada por una intrusión de granodiorita o de granito alcalino. Esta intrusión tuvo lugar durante la fase herciniana y conllevó el metamorfismo de los materiales paleozoicos. En un análisis de quince muestras representativas del sector oriental del macizo del Tibidabo, de Puigmadrona y de Martorell, se observa la siguiente composición mineralógica: cuarzo, 37,5 por 100; plagiocasa, 30 por 100, feldespato potásico, 15 por 100, biotita, 16 por 100, moscovita, 0,5 por 100, y hornblenda, 0,5 por 100. La estructura es de grano grueso con cierta tendencia a porfídica al incluir grandes cristales de plagioclasa y de ortosa.















Del Paleozoico (Carboníferos-Permianos) – en rosa en el mapa -:

- Ggd: granodioritas y granitos alcalinos. Rocas ígneas intrusivas

Zoom del mapa geológico de la zona de estudio – Escala 1:1 250 000

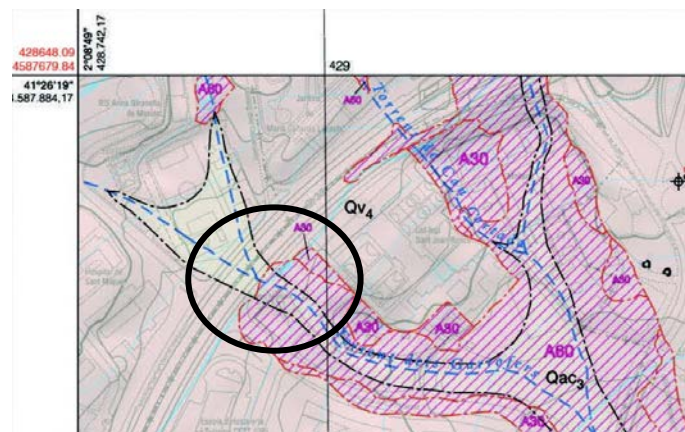


Fuente: ICC

Cenozoico		Paleozoico
 Quaternari		 Permiana
 Neogen		 Carbonifer-Permiana
 Paleogen		 Carbonifer
Mesozoico		 Devoniana
 Cretaci		 Siluriana
 Jurassico-Cretaci		 Ordoviciana
 Jurassico		 Cambria-Ordoviciana
 Triasico		

En concreto, el suelo de la Estación de Mundet está recubierto de depósitos aluviales (Qac₃). No obstante, en la zona noroeste de la Estación (dirección Sant Cugat), el suelo está formado por sedimentos lutíticos, gravas y arenas del Cuaternario pertenecientes a la unidad Qv₄.

Zoom de la geología de la Estación de Mundet



Fuente: Mapa geológico de la zona urbana Barcelona-Horta 289-124 (421-1-4)

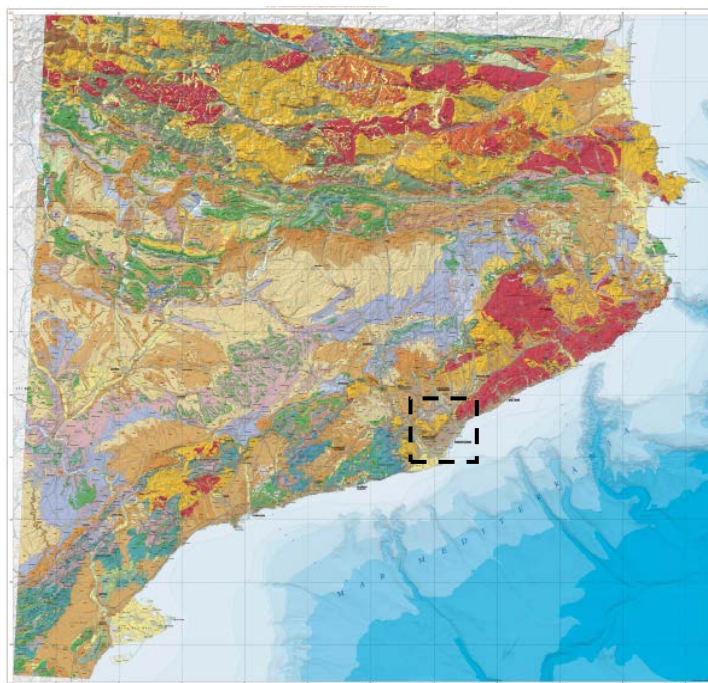
La unidad Qv₄ está constituida de un apilamiento de secuencias sedimentarias granodecrecientes. Cada secuencia está formada en la base por gravas poco rodadas de rocas metamórficas y cuarzo, con una matriz fundamentalmente arcillosa de color rojo o marrón. Progresivamente hacia las capas superiores de la secuencia el porcentaje de sedimentos finos aumenta y la proporción de gravas es menor. En general, las capas superficiales están compuestas por limos arenosos con abundantes nódulos de carbonato de calcio y costras carbonatadas que pueden superar el metro de espesor. Los niveles lutíticos suelen incluir granos de gravas y arenas dispersas. Los niveles de gravas están a menudo cimentados formando conglomerados. El espesor de cada secuencia es variable.

Además, se dispone de tres sondeos geológicos realizados en el marco del *“Pla Especial d’Ordenació de les àrees d’equipament i serveis tècnics en l’entorn de la carretera d’Horta a Cerdanyola i de la Ronda de Dalt”*. Estos sondeos resultan interesantes para caracterizar el suelo en las proximidades de la Estación de Mundet. Estos sondeos, presentados en apéndice a este anejo, muestran que el terreno del Carrer Scala Dei – a menos de un kilómetro de la Estación de Mundet - está formado por un sustrato de granito con un grado de alteración variable y una capa superior de arcilla.

4. Litología

La litología estudia las rocas, en concreto, al tamaño de grano, de las partículas y sus características físicas y química. La litología es fundamental para saber cómo es el relieve. En el siguiente mapa se observan los distintos grupos litológicos presentes en Cataluña.

Mapa de grupos litológicos de Cataluña 1: 250 000



Fuente: Instituto Geológico de Cataluña, Generalidad de Cataluña, Datos: 2006

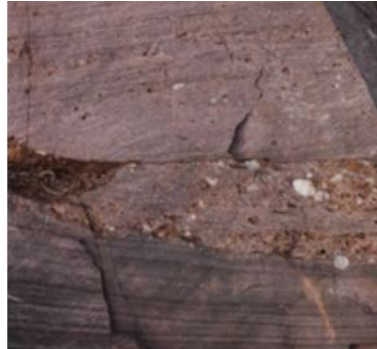
En la zona del presente proyecto, el grupo litológico principal identificado mayoritario es el de rocas sedimentarias detríticas. Las rocas sedimentarias detríticas son rocas que se forman por el transporte, la acumulación y la cimentación de partículas sólidas derivadas de la disgregación y la meteorización de rocas preexistentes. Este tipo de rocas se clasifican por el tamaño y la morfología

de sus granos. Las constituidas por trozos de tamaño grande son los conglomerados, las areniscas poseen granos de tamaño intermedio mientras que las lutitas – compuestas de arcillas y limos - poseen granos de tamaño muy pequeño.

Se identifican principalmente dos tipos de rocas sedimentarias detríticas en la zona de estudio:

-En la zona del macizo de Collserola, se observan rocas sedimentarias detríticas de tipo Dh-Q/Si, es decir, de rocas de composición silícica compuestas por lutitas, areniscas y conglomerados

Roca Dh-Q/Si



Fuente: Instituto Geológico de Cataluña

-A ambos lados de la Collserola (en el área de la estación de FGC de Sant Cugat y del metro de Mundet), se observan rocas detríticas de tipos Dh-Mx, es decir, de composición mixta (de conglomerados, de areniscas y de lutitas).

Roca Dh-Mx



Fuente: Instituto Geológico de Cataluña

El otro grupo litológico presente en el lado Este de la Cordillera, son las rocas ígneas tipo plutónicas c P-Q/Si. Las rocas ígneas son las que resultan de la solidificación de material rocoso fundido, es decir, de los magmas. En este caso, el proceso de enfriamiento y cristalización tuvo lugar en cámaras magmáticas y por ello las rocas resultantes, que forman batolitos, se llaman plutónicas. Las rocas ígneas presentes en el pie de la Sierra de Collserola están constituidas por minerales del grupo de los silicatos y por cuarzo. Están formadas por cristales de tamaño regular y, pues, tienen textura granular.

Roca P-Q/Si: Granito



Fuente: Instituto Geológico de Cataluña

Roca P-Q/Si: Granodiorita



Fuente: Instituto Geológico de Cataluña

A continuación se muestra un zoom del mapa de los grupos litológicos acompañado de su leyendo para su interpretación. La D hace referencia a roca detrítica (clasificadas según su granulometría, donde g: gruesa, h: heterogranular, m: media y f: fina). La P hace referencia a roca plutónica.

Zoom del mapa de grupos litológicos



Leyenda – Grupos litológicos

Clorurs

E-Cl Sals sódiques i potàssiques

Sulfats

E-Su Guixos

Mixtes i sulfats

DfE-Mx/Su Lutïtes, gresos i guixos

Mixtes, carbonats i sulfats

DfCE-Mx/Ca/Su Lutïtes, gresos, calcàries, margues i guixos

Carbonats

C-Ca Calcàries

C-Do Dolomies

C-Ca/Do Calcàries i dolomies

Carbonats i mixtes

CDh-Ca/Mx Travertins i crostes carbonatades

CDg-Ca/Si Bretxes de carbonats

CDf-Ca/Si Margocalcàries, margues i calcàries

DfC-Si/Ca Margues i argïles

Mixtes i carbonats

DgC-Mx/Ca Conglomerats i calcàries

DhC-Mx/Ca Lutïtes, margues, gresos i calcàries

DmC-Mx/Ca Gresos i margues

Mixtes

Dg-Mx Conglomerats i bretxes

Dh-Mx Conglomerats, gresos i lutïtes

Dm-Mx Gresos

Df-Mx Gresos i lutïtes

Mixtes no consolidats

DhNc-Mx Graves i còdols, sorres i lutïtes

DmNc-Mx Sorres

Mixtes i matèria orgànica

DfO-Mx/Mo Lutïtes i pissarres ampel·liques

Mixtes i matèria orgànica no consolidats

DfONc-Mx/Mo Lutïtes i torba

Carbonats i matèria orgànica

CO-Ca/Mo Calcàries i lignits

Unitats plurilitiques i matèria orgànica

DhCO-Pl/Mo Gresos, conglomerats, margues i lignits

Quars i silicats

Dg-Q/Si Conglomerats i bretxes

Dh-Q/Si Gresos, lutïtes i conglomerats

Dm-Q/Si Gresos

P-Q/Si Leucogranits, granits, granodiorites i tonalites

V-Q/Si Riolites i roques volcàniques intermèdies

G-Q/Si Gneis

Silicats i quars

Df-Si/Q Lutïtes, pissarres

P-Si/Q Diorites i roques plutòniques intermèdies

Silicats

P-Si Ofites i roques plutòniques ultrabàsiques

V-Si Basalts i piroclasts

Unitats plurilitiques

CDf-Pl Calcàries, Calcopelites, Lutïtes.

CDm-Pl Calcàries i/o dolomies. Margues. Gresos.

DhC-Pl Gresos, Conglomerats, Calcàries.

M-Pl Esquists i migmatites. Gneis. Marbres i roques calcosificata

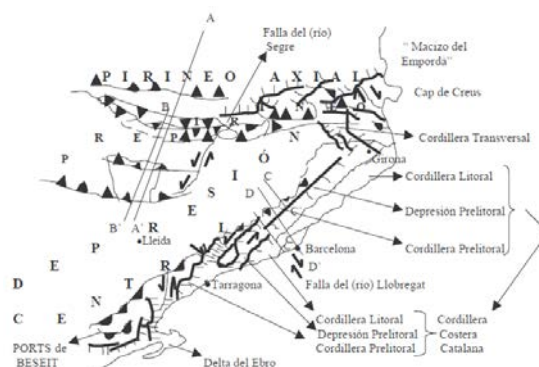
Altres

A-m Moll

5. Tectónica

A continuación, se muestra el mapa geológico de Cataluña con las principales estructuras tectónicas y de relieve realizado por AEPECT (Asociación Española para la enseñanza de las Ciencias de la Tierra) a partir del mapa geológico de Cataluña editado por el ICC.

Principales estructuras tectónicas y de relieve de Cataluña



Fuente: AEPECT

Para la interpretación del mapa, se tiene que:

Falla normal



Falla inversa



Falla de dirección

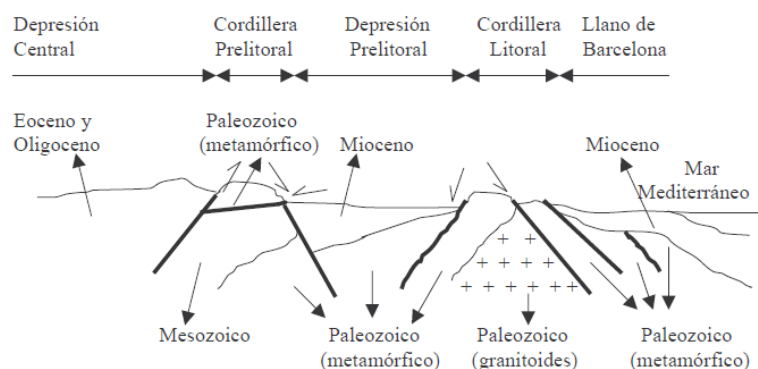


Las líneas que no son fallas son otros contactos de materiales.

Durante el Oligoceno y el Mioceno, una serie de fallas distensivas de dirección NE-SW desencadenaron el hundimiento de una parte de la Cordillera Costera. Estos hundimientos originaron la aparición de fosas tectónicas y rompieron los restos de la Cordillera Costera en las tres unidades mencionadas anteriormente: la Cordillera Litoral, la Depresión Prelitoral – fosa tectónica de entre 10 a 20 km de anchura – y la Cordillera Prelitoral.

Resulta interesante mostrar el corte que sigue la línea D-D' de la figura anterior para comprender la tectónica actual en la zona donde transcurre el proyecto. Este corte es una adaptación del corte realizado por Rosell J. Geología de Cataluña XII Simposio sobre Enseñanza de la Geología Universidad de Girona, 2002 editado por AEPECT. En este corte las líneas más gruesas representan las fallas más importantes.

Esquema tectónico de la zona del proyecto



Fuente: AEPECT

Como ya se mencionó en el presente anejo, de la salida de Sant Cugat el trazado atraviesa las fallas que consolidaron la Sierra de Collserola y dieron lugar por un lado a la Depresión Prelitoral y al otro lado al Llano de Barcelona. El trazado cruza dos grandes unidades morfotectónicas:

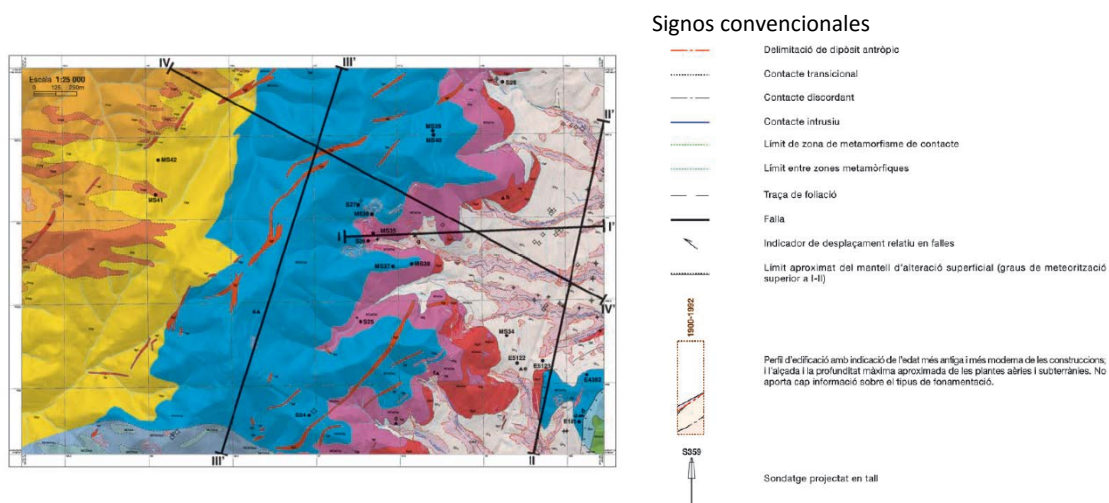
- La depresión del Vallés-Panadés que se trata de una fosa tectónica de edad alpídica en la que se han depositado sedimentos miocenos. Se extiende a lo largo de unos 200 km de longitud por 10-15 de anchura, limitada por dos líneas de falla : la falla meridional – en contacto con la Cordillera Litoral – y la falla del borde norte que discurre al pie de la Cordillera Prelitoral. Esta segunda falla es de mayor importancia, puesto que se ha movido después de la deposición terciaria.
- El macizo herciniano de los Catalánides, que forma la sierra de Collserola hundiéndose hacia el Oeste hasta desaparecer bajo la cobertera mesozoica (que forma el macizo del Garraf)

6. Cortes geológicos

Los cortes geológicos disponibles en el Instituto Geológico de Cataluña muestran de nuevo lo que se ha ido mencionando hasta el momento. La parte central del macizo de Collserola está principalmente compuesta por rocas metamórficas folladas, que se atribuyen al Carbonífero Superior Permiano. A los pies de la sierra – a ambos lados Este y Oeste -, se encuentra una capa de rocas magmáticas plutónicas, los granodioritos, sobre los cuáles se han depositado sedimentos con grava, lutitas y arenas. Se trata de sedimentos de clasificación estratigráfica de piedemonte que se apoyan directamente sobre el granito y las pizarras paleozoicas. Por último, cabe notar que en los cortes geológicos se observa en el pie de la sierra lado Este unos depósitos antrópicos (A).

No obstante, no se dispone de un corte geológico de la zona del núcleo urbano de Sant Cugat. Por ello, en las siguientes figuras no se observan los depósitos cuaternarios aluviales que se encuentran en zona más superficial del suelo del núcleo urbano de Sant Cugat.

En el siguiente mapa se pueden ver los 3 cortes (I-I', II-II' y IV-IV') que resultan interesantes para el presente estudio.



Leyenda

Unitats compostes fonamentalment de materials no consolidats

Dipòsits antròpics

A Dipòsits antròpics

Sediments quaternaris

Qac₃ Sediments gravencs, lutítics i sorrencs. S'atribueixen al Pleistocè

Qv₁ Sediments gravencs, lutítics i sorrencs. S'atribueixen al Pleistocè

QA Dipòsits quaternaris i antròpics indiferenciats

Unitats compostes fonamentalment de materials consolidats

Roques sedimentàries

Orp Roques sedimentàries detrítiques

Orpg Pel·lites pissarroees i gresos. S'atribueixen a l'Ordovicià

Orgq Gresos quartzífics. S'atribueixen a l'Ordovicià

Roques metamòrfiques

Roques metamòrfiques foliades

MCbOrp Fil·lites pigallades i metagresos. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

MCbOrps Fil·lites pigallades amb intercalacions de roques calcosilicatades, marbres i roques metamàfiques. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

MCOrcs Roques calcosilicatades. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

Roques metamòrfiques massives

MCaOrp Cornianes pel·litzes, esquistos granoblastics, i metagresos. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

MCaOrps Cornianes pel·litzes amb intercalacions de roques calcosilicatades, marbres i roques metamàfiques

Roques magmàtiques

Roques magmàtiques plutòniques

Ggd Granodiorites. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

Roques magmàtiques filonianes

Ggf Granodiorites de gra fi. S'atribueixen al Carbonífer superior - Permà

Imagen del corte I-I' (ampliación)

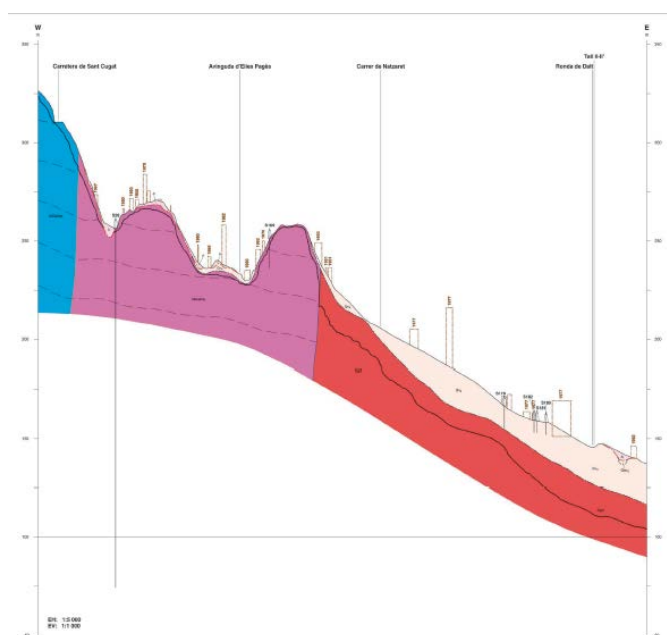


Imagen del corte II-II' (ampliación)

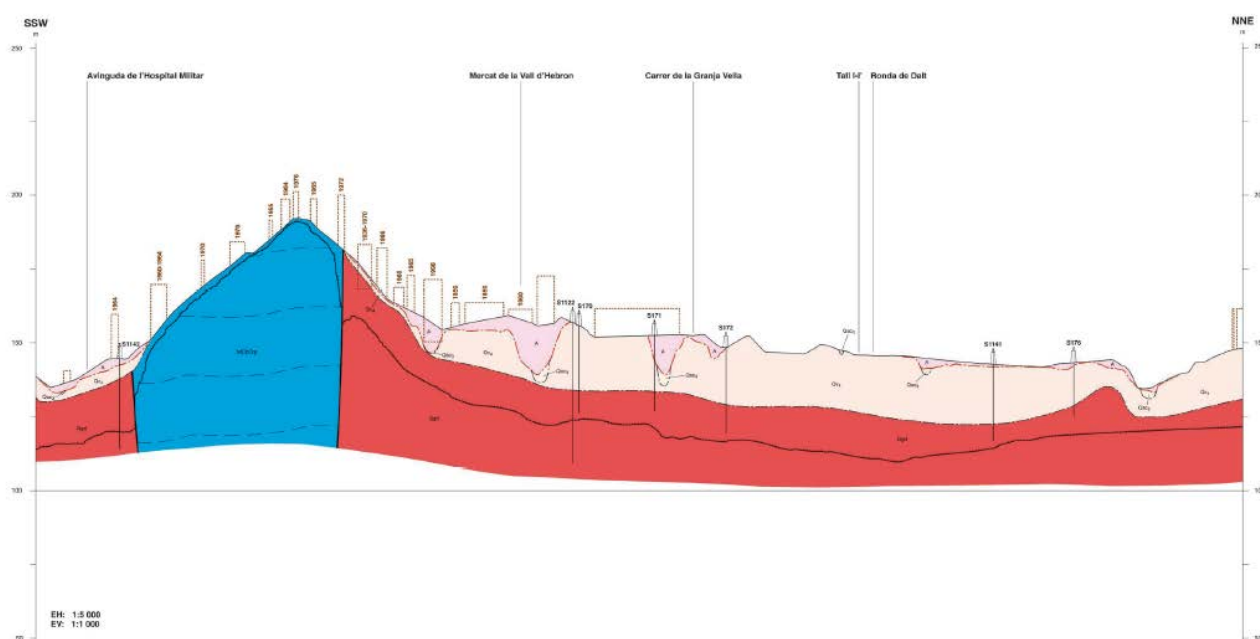
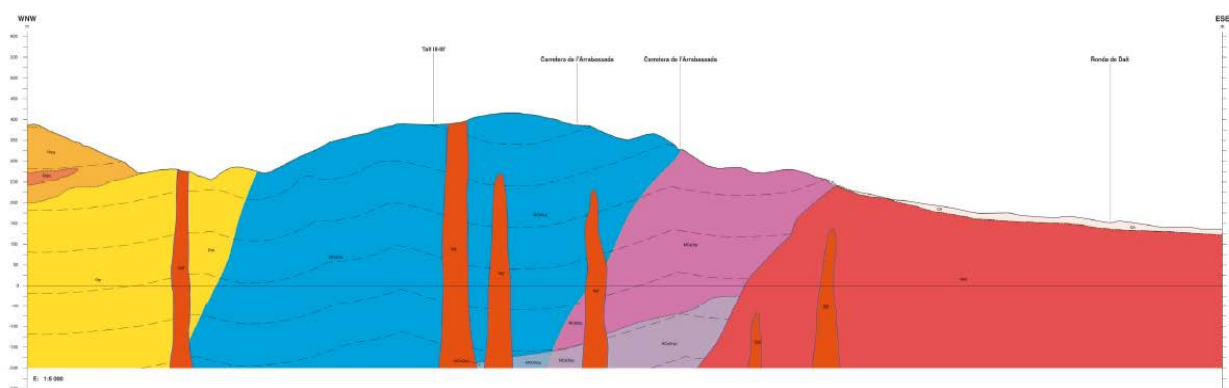


Imagen del corte IV-IV' (ampliación)

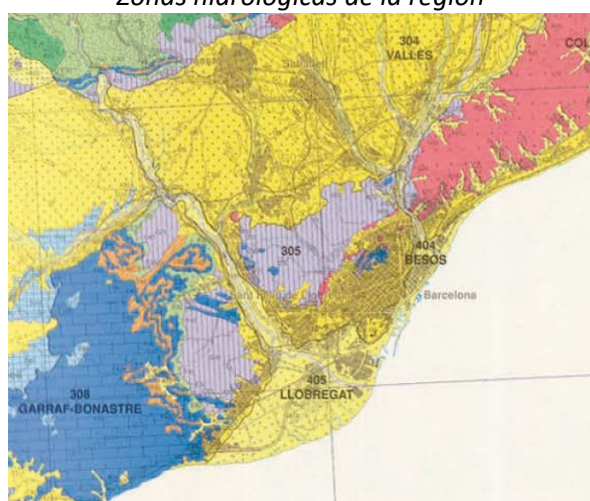


7. Hidrogeología

La zona de estudio se encuentra dentro del sector terciario: aéreas litorales. En concreto, el proyecto transcurre principalmente en dos zonas hidrológicas:

- 304 - Área de la depresión del Vallés:
Ésta ocupa el sector de la fosa prelitoral situado al norte del río Llobregat. Se pueden diferenciar una unidad neogena cuaternaria mixta y depósitos aluviales actuales
- 305 - Área paleozoica y granítica de Collserola-Maresme:
Esta área incluye el sector de la Cordillera Litoral situada entre los ríos Llobregat y Tordera. Se pueden diferenciar materiales graníticos del paleozoico. Y en lo que refiere al periodo cuaternario se pueden diferenciar dos unidades: una de mixta con materiales de colmatación de las llanuras costaneras de Barcelona y del Maresme, y otra que engloba los materiales cuaternarios más interiores de la Sierra.

Zonas hidrológicas de la región



Fuente: Instituto Cartográfico de Cataluña

8. Riesgos geológicos

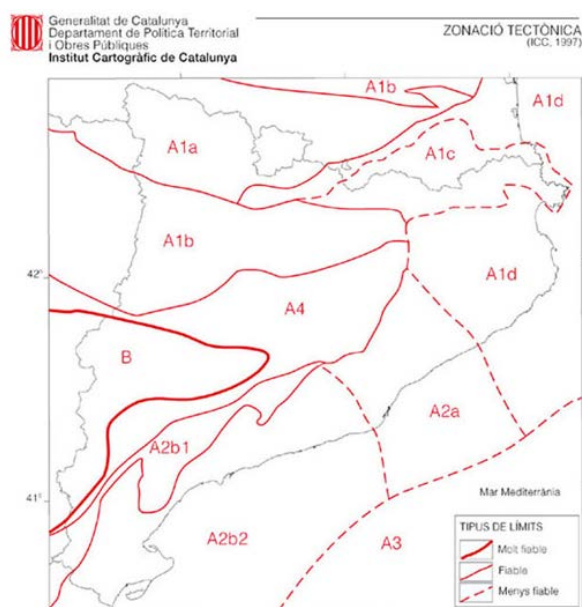
Como indica el ICC, en Cataluña, los principales riesgos geológicos que han tenido lugar en el pasado y se pueden repetir en el futuro son los generados por la geodinámica externa, como las inundaciones, los desprendimientos, los deslizamientos, los flujos torrenciales, los hundimientos y los aludes, y por la geodinámica interna, como los terremotos.

8.1. Riesgos sísmicos

Según explica el ICC, en áreas con actividad sísmica moderada como Cataluña no es siempre posible identificar los epicentros de los terremotos asociados a fallas conocidas, se considera más oportuno estudiar las zonas sismotectónicas.

Identificar la zona tectónica es el primer paso para identificar la zona sismotectónica. La zonificación tectónica se basa en los parámetros geológicos más representativos de la corteza terrestre, principalmente aquellos que provienen de la propia estructura geológica sin tener en cuenta la neotectónica (post-mioceno).

Mapa de la zonificación tectónica



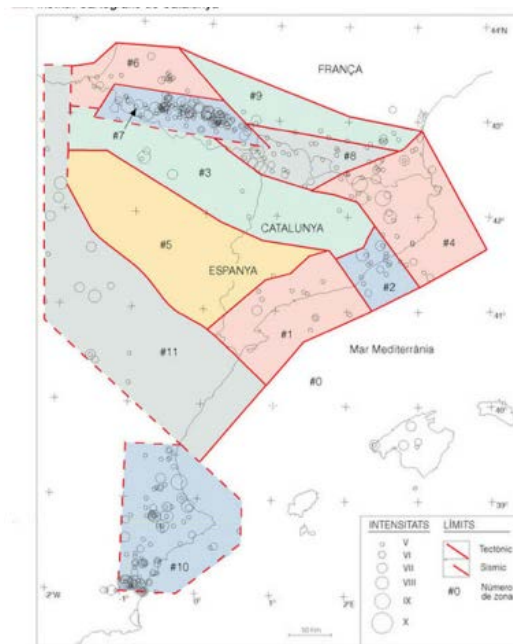
Fuente: Instituto Cartográfico de Cataluña

El proyecto transcurre en la zona A2a. La definición de esta zona tectónica es la siguiente: A indica dominio deformado, A2 corresponde al sistema de sierras costeras catalanas y A2a indica que se trata de una Sierra Ibérica Septentrional, es decir, de un zócalo herciniano deformado con una estructura distensiva neógena.

El segundo paso es obtener la zona sismotectónica. Para ello se incorpora la distribución sísmica a la zona tectónica añadiendo nuevas zonas o modificando los límites teniendo en cuenta la distribución de la sismicidad que no se explica a partir de parámetros puramente geológicos.

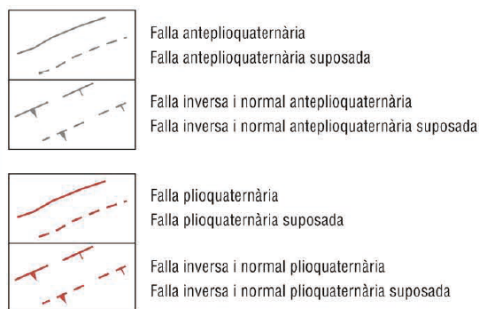
A partir de la siguiente figura, se observa que el presente proyecto se sitúa en la zona 2 donde se concentran algunos epicentros de terremotos considerados en la evaluación de la peligrosidad sísmica.

Mapa de las zonas sismotectónicas

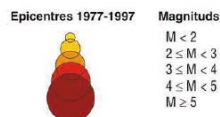


Fuente: Instituto Cartográfico de Cataluña

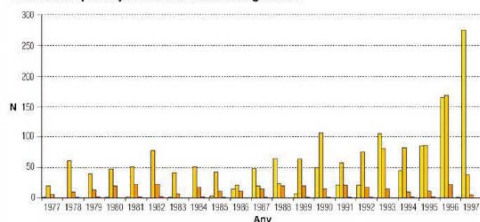
En la siguiente figura se aprecia como en la zona donde transcurre el nuevo trazado del desdoblamiento de la línea del Vallés no se registraron movimientos sísmicos entre 1977 y 1997. No obstante, en la zona de la depresión del Vallés y en el ciudad de Barcelona se dieron algunos episodios sísmicos durante dicho periodo, sin superar ninguno de ellos la magnitud 4 de la escala Richter. En este sentido, se puede considerar que el nivel de riesgo sísmico asociado al trazado del presente proyecto es poco relevante.



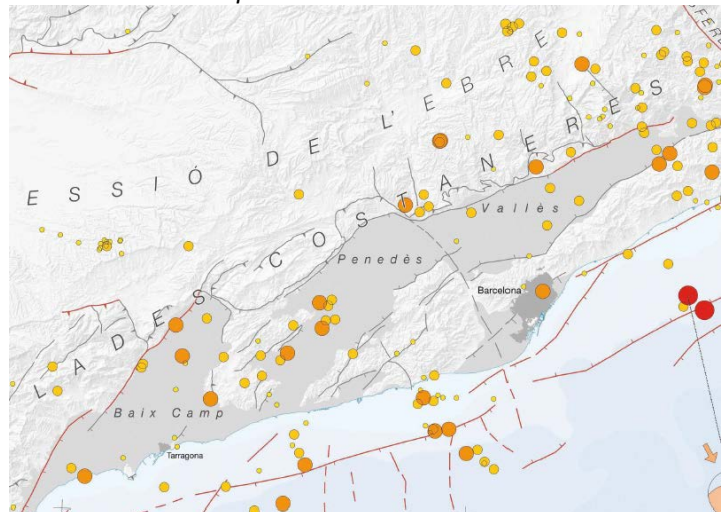
Sismicitat



Distribució per anys de la sismicitat enregistrada



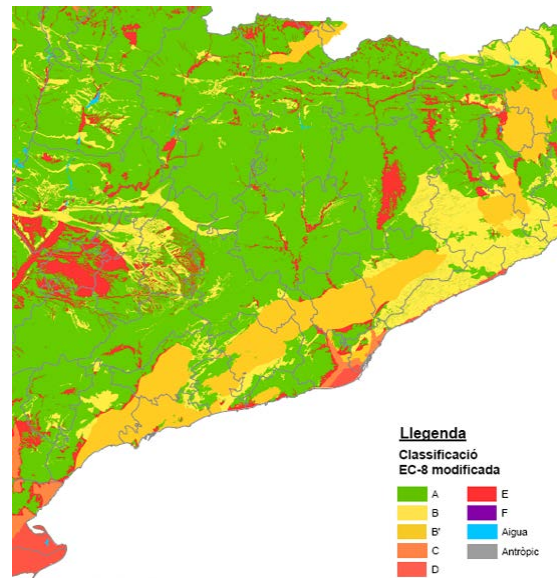
Zoom del mapa sísmico de Cataluña 1977-1997



Fuente: ICC

Por último, el mapa de mesozona sísmica muestra la amplificación sísmica de los suelos. El mapa de mesozona se realiza asignando las características litológicas a las unidades representadas en la base de datos geológica partiendo de la clasificación geomecánica de superficie.

Ampliación del mapa de mesozona Sísmica de Catalunya

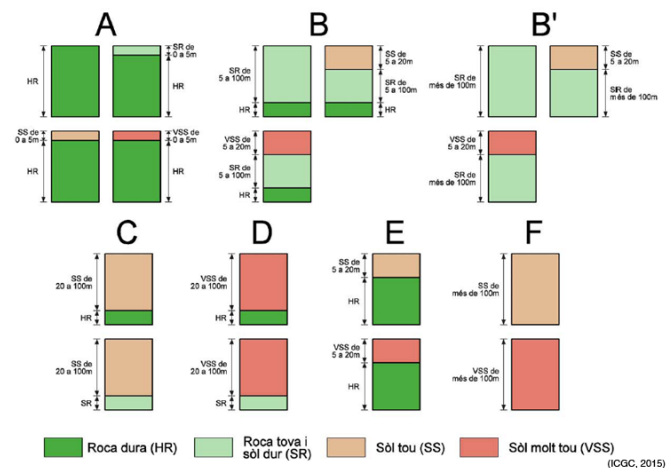


Fuente: ICC

La clasificación de los suelos de la zona del proyecto son:

- A: roca dura
- E: suelo blando o muy blando, de poco espesor (entre 5 y 20 m), en contacto con roca dura
- B: roca blanda, con un espesor menor de 100 m
- B': roca dura con un espesor superior a 100 m

Esquema de las columnas litológicas posibles para cada clase de la mesozona sísmica de Cataluña



Esta clasificación de las rocas y suelos se ha realizado a partir de la categorización de las unidades geológicas de los mapas geológicos disponibles en cuatro grande grupos geomecánicos según los valores de parámetros geotécnicos y dinámicos de los suelos.

Tabla de clasificación geomecánica

Las clases litológicas quedan todas englobadas en unas características generales que permiten clasificarlas en cinco grandes grupos:


Classificació litològica	Velocitat de cisalla V_s (m/s)	SPT (N_{60})	Assaig uniaxial C_u (KPa)	Assaig pressiomètric E_p (MPa)
HR	>800	-	-	>300
SR	360 - 800	>50	>250	60 - 300
SS	180 - 360	15 - 50	70 - 250	14 - 60
VSS	<180	<15	<70	<14

Las clases litológicas quedan todas englobadas en unas características generales que permiten clasificarlas en cinco grandes grupos:

- ❖ **HR (roca dura):** correspon a materials d'edats de Paleozoic, Mesozoic i Paleogen i roques volcàniques recents (< 20 Milions d'anys)
- ❖ **SR (roca tova):** correspon a dipòsits del Neogen.
- ❖ **SRa (roques alterades):** com per exemple, granit alterat o sauló.
- ❖ **SS (sòl tou):** correspon a dipòsits quaternaris glacials, fluvials, al·luvial i col·luvials.
- ❖ **VSS (sòl molt tou):** correspon a dipòsits quaternaris recents d'origen litoral, deltaic o lacustre.

Apéndices

Apéndice 1: Tabla cronoestratigráfica internacional


TABLA CRONOESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL
 www.stratigraphy.org Comisión Internacional de Estratigrafía v 2013/01

Eonema / Era / Sistema / Período				Edad (Ma)			
Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)	Edad (Ma)
0.0117	0.126	0.781	1.806	2.598	3.600	5.333	7.246
11.62	13.82	15.97	20.44	23.03	28.1	33.9	38.0
41.3	47.8	56.0	59.2	61.6	66.0	72.1 ± 0.2	83.6 ± 0.2
86.3 ± 0.5	89.8 ± 0.3	93.9	100.5	103.0	113.0	125.0	129.4
132.9	139.8	145.0					
152.1 ± 0.9	157.3 ± 1.0	163.5 ± 1.0	166.1 ± 1.2	168.3 ± 1.3	170.3 ± 1.4	174.1 ± 1.0	182.7 ± 0.7
190.3 ± 0.3	201.3 ± 0.2	208.5	227	242	247.2	251.2	252.17 ± 0.06
254.14 ± 0.07	259.8 ± 0.4	265.1 ± 0.4	268.8 ± 0.5	272.3 ± 0.5	283.5 ± 0.6	290.1 ± 0.26	295.0 ± 0.18
298.9 ± 0.15	303.7 ± 0.1	307.0 ± 0.1	315.2 ± 0.2	323.2 ± 0.4	330.9 ± 0.2	346.7 ± 0.4	358.9 ± 0.4
372.2 ± 1.6	382.7 ± 1.6	407.4 ± 0.5	427.4 ± 0.5	430.5 ± 0.7	433.4 ± 0.8	436.5 ± 1.1	440.8 ± 1.2
443.4 ± 1.5	445.2 ± 1.4	453.0 ± 0.7	458.4 ± 0.9	467.3 ± 1.1	470.0 ± 1.4	477.7 ± 1.4	485.4 ± 1.9
489.5	494	497	500.5	504.5	509	514	521
529							
541.0 ± 1.0							

La norma de colores se rige por la de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW-IUGS) — <http://www.cgmw.org>

Traducción al castellano de J.C. Gutiérrez-Morales en colaboración con: Sociedad Geológica de España, Instituto Geológico y Minero de España, Instituto de Geociencias (IGS-CNM) y Real Academia de Ciencias.

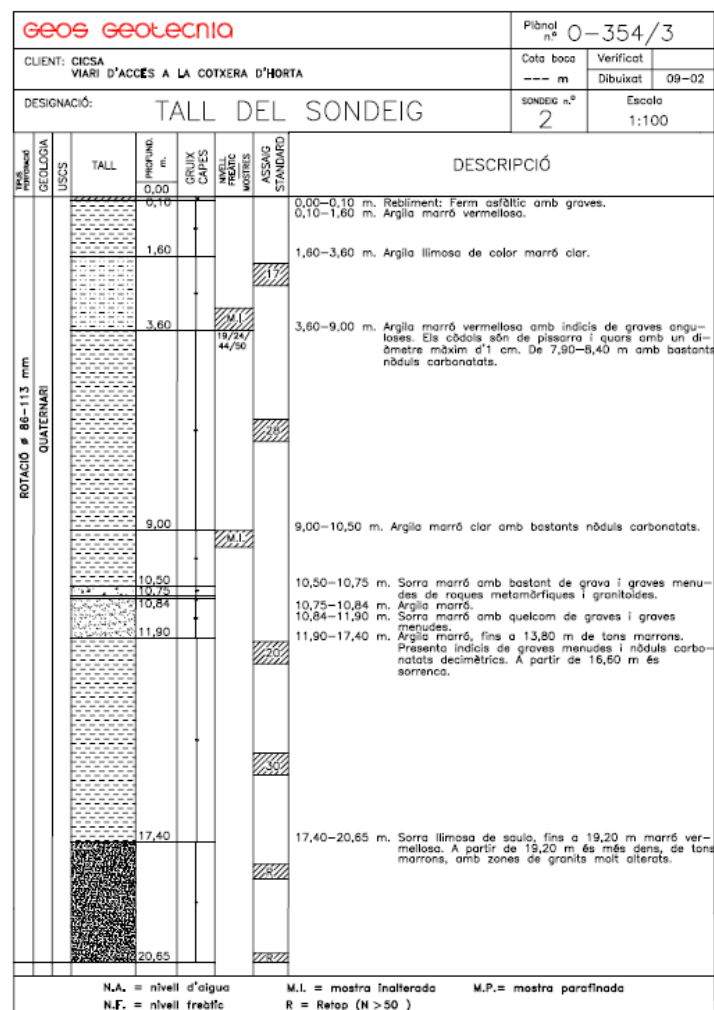
Tabla diseñada por K.M. Cohen, S.C. Finney y P.L. Gibbard. Enero de 2013 © International Commission on Stratigraphy (IUGS). <http://www.stratigraphy.org/ICoChartChronoChart2013-01-Spanish.pdf>

Apéndice 2: Edad de los materiales y procesos

			Sedim.	Act. Igh.	Metam.	Test.	Erosió
Cenozoic	Neogen	Pliocén					
		Miocén					
		Oligocén					
	Paleogen	Eocén					
		Palocén					
Mesozoic	Cretaci	Superior					
		Inferior					
	Jurásic	Malm					
		Dogger					
		Lias					
	Triásic	Superior					
		Maja					
		Inferior					
	Permian	Superior					
		Inferior					
Paleozoic	Carbonifer	Superior					
		Inferior					
	Devonian	Superior					
		Maja					
		Inferior					
	Silurian	Superior					
		Inferior					
	Ordovician	Superior					
		Maja					
		Inferior					
	Cambrian	Superior					
		Maja					
		Inferior					
Proterozoic	Pre-Cambrian						

Apéndice 3: Sondeos geològics 1, 2 y 3 de la zona al norte de la Estación de Mundet

GEOS GEOTECNIA					Plànol nº 0-354/2	
CLIENT: GICSA VIARI D'ACCÉS A LA COTXERA D'HORTA					Cota boca --- m	Verificat Dibuixat 09-02
DESIGNACIÓ: TALL DEL SONDEIG					SONDEIG nº 1	Escala 1:100
USCS	TALL	PROFUND. m.	GRUPO CAPES	PROFUND. FRENT METRES	ASSAG STANDARD	DESCRIPCIÓ
ROTACIÓ # 86-113 mm QUATERNARI		0,00				0,00-0,30 m. Rebliment: 0,00-0,05 m. Fem asfàtic, 0,05-0,30 m. Graves grises.
		0,30				0,30-0,60 m. Argila marró vermellosa amb algunes graves menudes.
		0,60				0,60-1,80 m. Argila llimosa marró clara amb alguns nòduls carbonatats.
		1,80				1,80-4,80 m. Argila marró vermellosa amb indicis de graves menudes. A partir de 3,80 m és sorrenca amb algunes graves menudes.
		4,80				4,80-4,90 m. Sorra marró.
		4,90		16/34/ 39/31		4,90-6,00 m. Argila llimosa marró clara amb molts nòduls carbonatats i algunes graves menudes.
		6,00				6,00-8,00 m. Argila marró vermellosa.
		8,00				8,00-9,20 m. Argila llimosa marró clara amb alguns nòduls carbonatats.
		9,20				9,20-10,80 m. Argila sorrenca marró.
		10,80				10,80-11,10 m. Llima sorrenca marró clar.
		11,10		8/17/ 17/20		11,10-11,20 m. Sorra argilosa marró.
		11,20				11,20-15,00 m. Argila marró essent llimosa i de color marró clar, d'11,20-11,80 m i de 14,00-14,00 m.
		15,00				
N.A. = nivell d'aigua M.I. = mostra inalterada M.P. = mostra parafinada N.F. = nivell freàtic R = Retop (N > 50)						



geos geotecnia				Pibrol n.º 0-354/4			
CLIENT: CICSA VIARI D'ACCÉS A LA COTXERA D'HORTA				Cota boca --- m	Verificat Dibuixat 09-02		
DESIGNACIÓ: TALL DEL SONDEIG				SONDEIG n.º 3	Escola 1:100		
Tipus Hemera	GEOLÒGIA	TALL	PROFUND. m.	GRUIX CAPES	ANELL FREÀTIC MOTRES	ASSAIG STANDARD	DESCRIPCIÓ
ROTACIÓ # 86-113 mm QUATERNARI			0,35				0,00-0,35 m. Rebliment: 0,00-0,05 m ferm asfàltic, 0,05-0,35 m argila marró amb quelcom de grava.
			2,00				0,35-2,00 m. Argila llimosa de color marró clar.
			4,90				2,00-4,90 m. Argila marró vermellosa amb indicis de grava menudes.
			6,60			54	4,90-6,60 m. Argila marró vermellosa amb moltes grava menudes fonamentalment de pissarres anguloses.
			11,40			55	6,60-11,40 m. Argila marró, de 6,60 a 8,00 m de tons clars, la resta vermellosa. Presenta indicis de nòduls centimètrics carbonatats i de grava menuda.
			15,00			56	11,40-15,00 m. Argila llimosa de color marró clar.
				N.A. = nivell d'aigua M.L. = mostra inalterada M.P. = mostra parafinada N.F. = nivell freàtic R = Retop (N > 50)			

ANEJO 4:

Climatología

ANEJO 4: Climatología

1.	Introducción	3
2.	Resumen climático	4
3.	Variaciones mensuales	4
3.1.	Temperatura	4
3.2.	Precipitaciones	6
3.3.	Heladas	9
3.4.	Humedad relativa	10
4.	Índices de clasificación	12
4.1.	Índice de aridez de Martonne	12
4.2.	Índice termopluviométrico de Dantin-Revenga	13
4.3.	Índice de pluviosidad de Lang	14
5.	Estudio de días hábiles de trabajo.....	17
5.1.	Definiciones	17
5.2.	Coeficientes de reducción	17
5.3.	Coeficientes de reducción para cada unidad de obra	18
5.4.	Días hábiles para cada mes	19
6.	Conclusión	22

1. Introducción

En el presente anejo se estudia en primer lugar la climatología de la zona donde transcurre el proyecto y, en segundo lugar, se presenta el estudio de días hábiles de trabajo. Conocer la climatología es esencial para poder proyectar una obra. El análisis de los parámetros climáticos permite diferenciar las épocas estacionales más favorables para la construcción de la obra y los periodos más óptimos para realizar las tareas de repoblación vegetal. Se trata además de un punto de partida para el dimensionamiento de los elementos de drenaje.

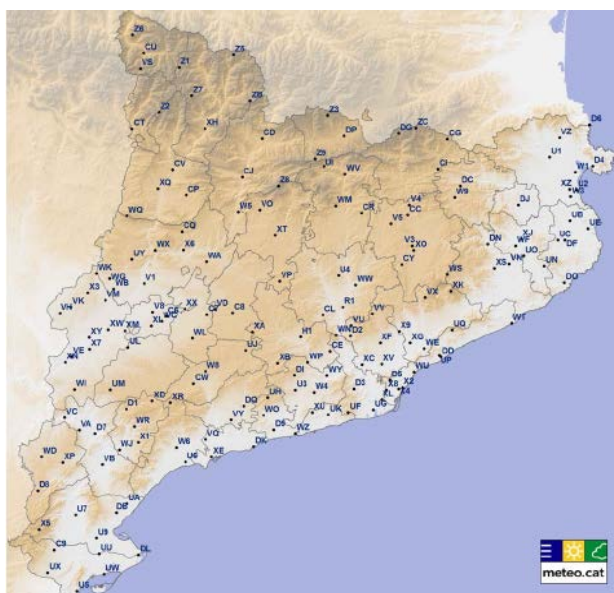
Para el análisis de la climatología de la zona del proyecto se ha consultado la siguiente información:

- Sitio web del servicio Meteorológico de Cataluña (MeteoCat)
- Anuario de datos meteorológicos, series 1997-2012, Servicio Meteorológico de Cataluña.
- Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Carreteras, 1961.

El Servicio Meteorológico de Cataluña dispone de un total de 172 estaciones meteorológicas automáticas operativas incluidas en el Anuario de datos meteorológicos 2014, dos de entre ellas se encuentran a proximidad de la zona de estudio:

- La D5: Barcelona – Observatori Fabra (a 441 metros de altitud)
- La XV: Sant Cugat del Vallés – CAR (a 158 metros de altitud), a menos de 3 kilómetros de la estación FGC de Sant Cugat.

Distribución geográfica de las estaciones meteorológicas de la XEMA incluidas en el Anuario 2014



Fuente: MeteoCat

Sin embargo, la estación XV de Sant Cugat fue instalada en 2014 y, por lo tanto, no se dispone de datos anteriores. Como se considera importante estudiar la climatología de la zona prelitoral central, se analizan los datos de:

- La VT: Cerdanyola del Vallés, la más cercana a Sant Cugat de la que se dispone de datos anteriores a 2014.

El análisis para cada estación se ha realizado a partir de los datos proporcionados por el Meteocat en sus fichas para el período 2007-2013.

2. Resumen climático

Este proyecto se enmarca en la comarca del Vallés Occidental y en el Barcelonés. La Cordillera Litoral catalana queda, por un lado, al este del Vallés Occidental, y, por el otro, al oeste de la comarca del Barcelonés, que está enfrente del mar mediterráneo. La presencia de la cordillera y la proximidad al mar influyen en clima de estas dos comarcas. Por esta razón, se considera oportuno analizar los datos de cada zona separadamente. La información que se presenta a continuación de la zona del macizo de Collserola se ha obtenido de la página web del Parque Natural de Collserola.

El clima del Vallés Occidental es mediterráneo de tipo Prelitoral Central. La precipitación media anual está comprendida entre los 600 mm y 650 mm. Los máximos suelen darse en el otoño y los mínimos en el verano. Térmicamente, los inviernos son fríos con temperaturas entre 6°C y 8°C de media, y los veranos calurosos, entre 22°C y 23°C de media. Esto significa que la amplitud térmica anual es moderada. No se dan heladas de junio a octubre.

El clima del Barcelonés es mediterráneo de tipo Litoral Central. La precipitación media anual se sitúa alrededor de los 600 mm. Los valores más elevados se registran cerca de la Cordillera Litoral. La estación lluviosa es el otoño, seguida por la primavera, y la seca es el verano (julio en particular). Térmicamente, los inviernos son suaves, con medias de 9°C a 11°C, las temperaturas son más bajas en la zona cerca del Besòs y en la Zona Franca. Los veranos son calurosos, entre los 23°C y 24°C de media. Esto conlleva una amplitud térmica anual moderada. En el corazón de la ciudad, no suele helar nunca.

En efecto, la Cordillera de Collserola se encuentra en plena área de influencia mediterránea, caracterizada por inviernos suaves, veranos secos y calurosos, oscilación térmica anual moderada y precipitaciones estacionales en conjunto escasas y fuertemente irregulares. Los datos recogidos durante los últimos diez años en la estación meteorológica del Consorcio dan una temperatura media anual de 14,1 °C y una media de precipitación anual de 526 mm. No obstante, cabe destacar la existencia de variaciones climáticas locales importantes, microclimas, que están relacionadas con la topografía del terreno, el efecto termorregulador del mar, el recubrimiento vegetal, etc. Por ello, pueden darse diferencias de más de 10°C entre un lugar y otro.

3. Variaciones mensuales

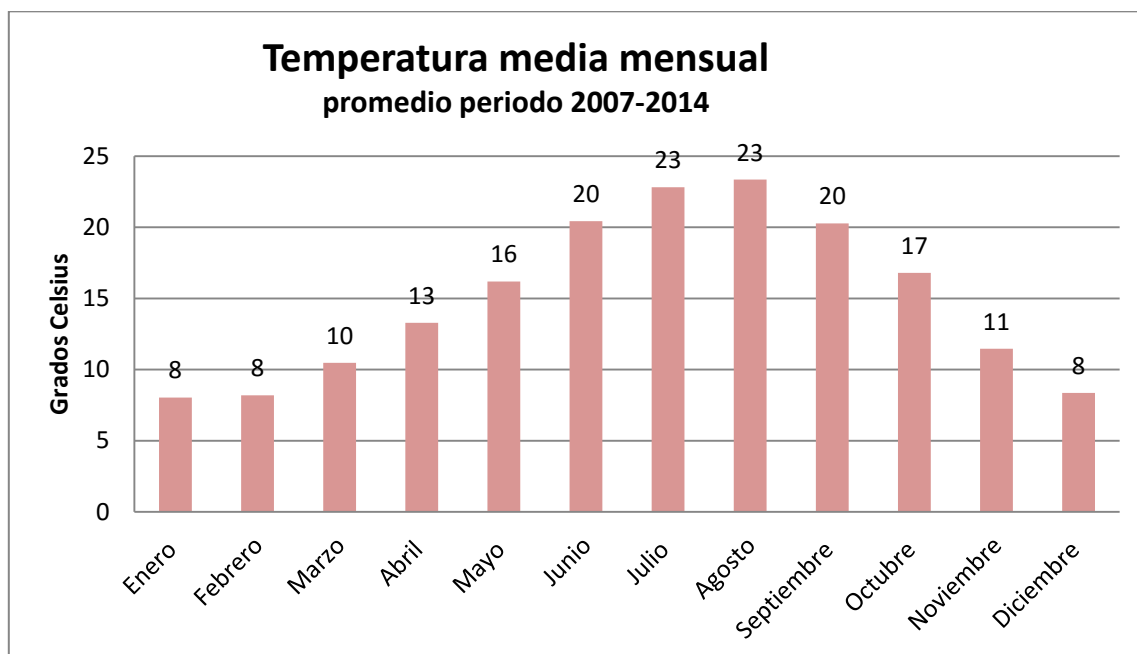
Analizando las memorias anuales (2007-2013) de datos meteorológicos tomados en la estación de Sant Cugat y en la estación del Observatorio Fabra, se llega a las siguientes conclusiones.

3.1. Temperatura

A continuación se representa la evolución de la temperatura promedio mensual a lo largo del año para el período 2007-2014

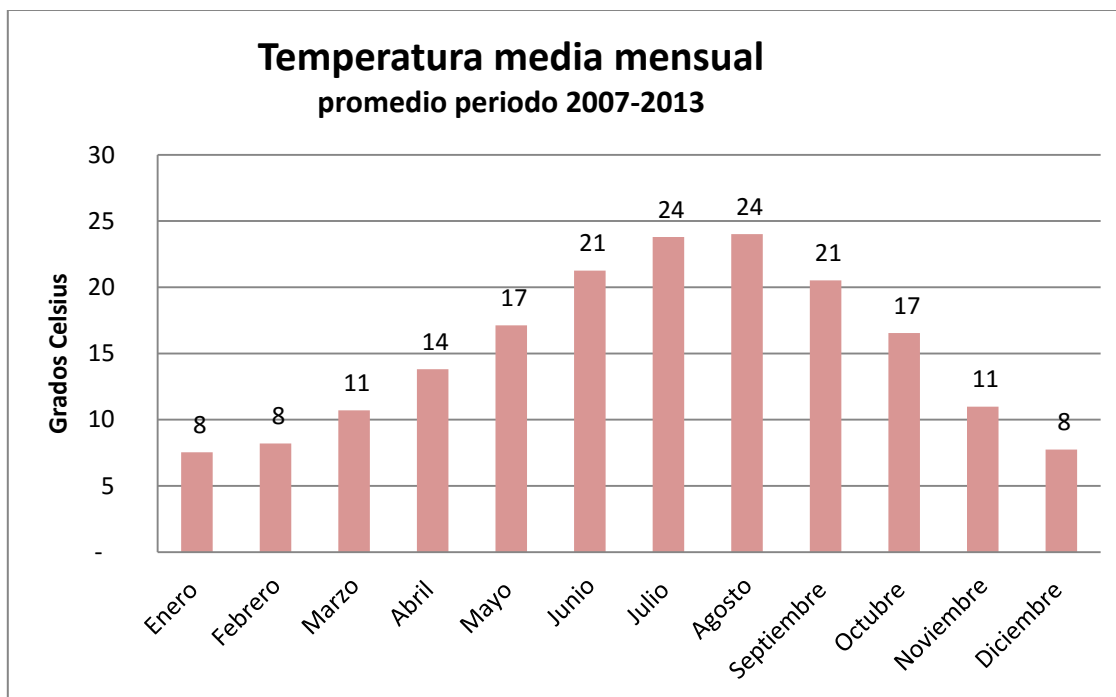
Barcelonés – Observatorio Fabra

Por lo que respecta a la temperatura media mensual en estos 7 años, se observa que la temperatura media mensual oscila entre los 23°C (en julio y agosto) y los 8°C (en enero, febrero y diciembre). A lo largo de este periodo, la temperatura mensual máxima fue de 25,3°C (en agosto del 2009) y la temperatura mensual mínima fue de 5,8°C (en enero 2010).

Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

A partir de los datos de la estación de Sant Cugat, se conoce que en 2014 la temperatura mensual máxima fue de 23,1°C en agosto, y la mínima fue de 7,4 en diciembre.

Para completar esta información, se presentan también las temperaturas registradas en la estación de Sardañola del Vallés entre 2007-2013. Se observa que la temperatura media mensual oscila entre los 24°C (en julio y agosto) y los 8°C (en enero, febrero y diciembre). A lo largo de este periodo, la temperatura mensual máxima fue de 25,2°C (en julio 2010 y agosto 2009) y la temperatura mensual mínima fue de 5,2°C (en febrero 2012).

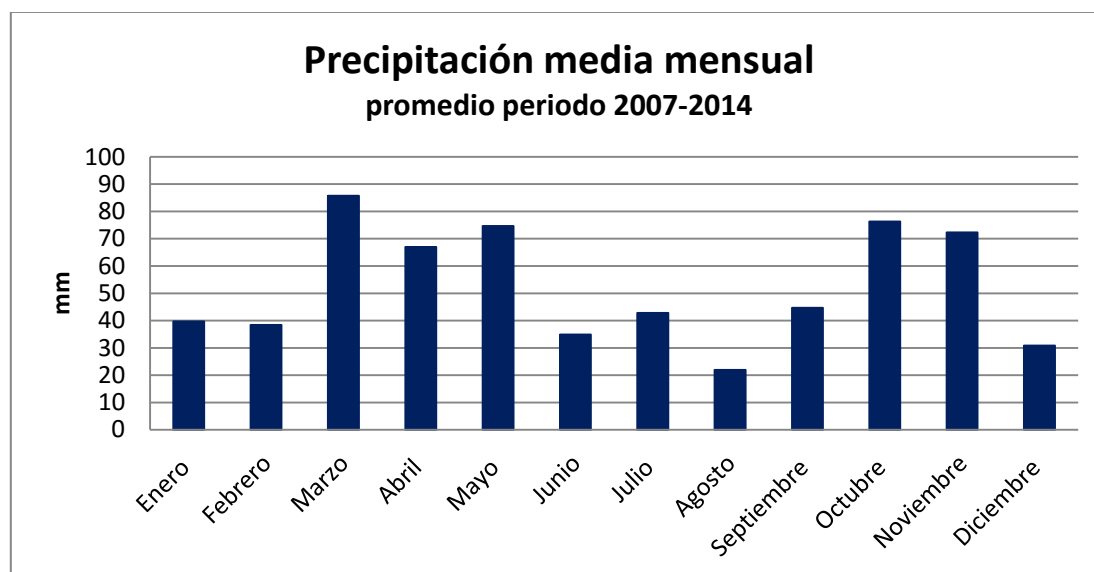


Se puede decir que la temperatura media mensual de la zona del proyecto (tanto del lado del barcelonés como del lado del Vallés Occidental) presenta una temperatura media anual comprendida entre los 24°C y los 8°C.

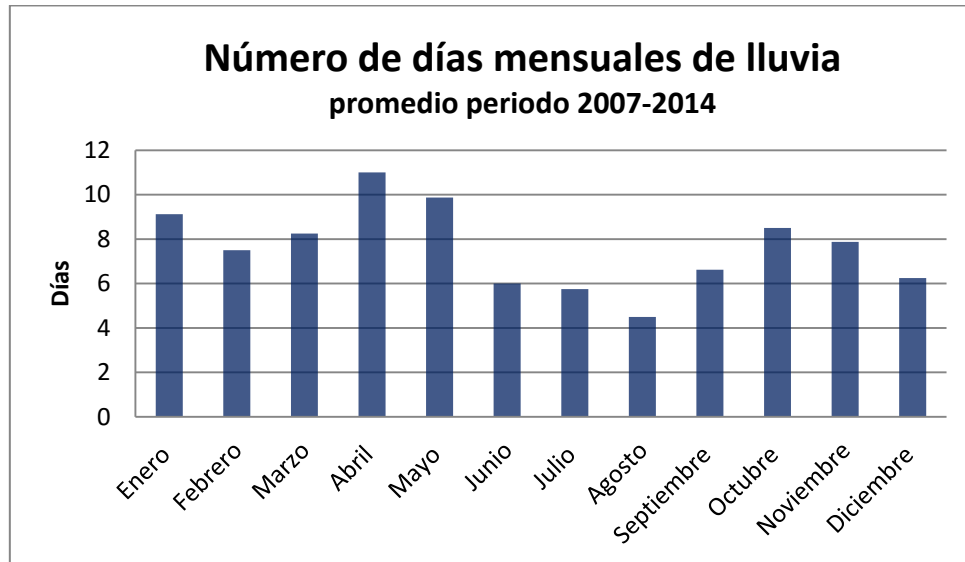
3.2. Precipitaciones

Barcelonés – Observatorio Fabra

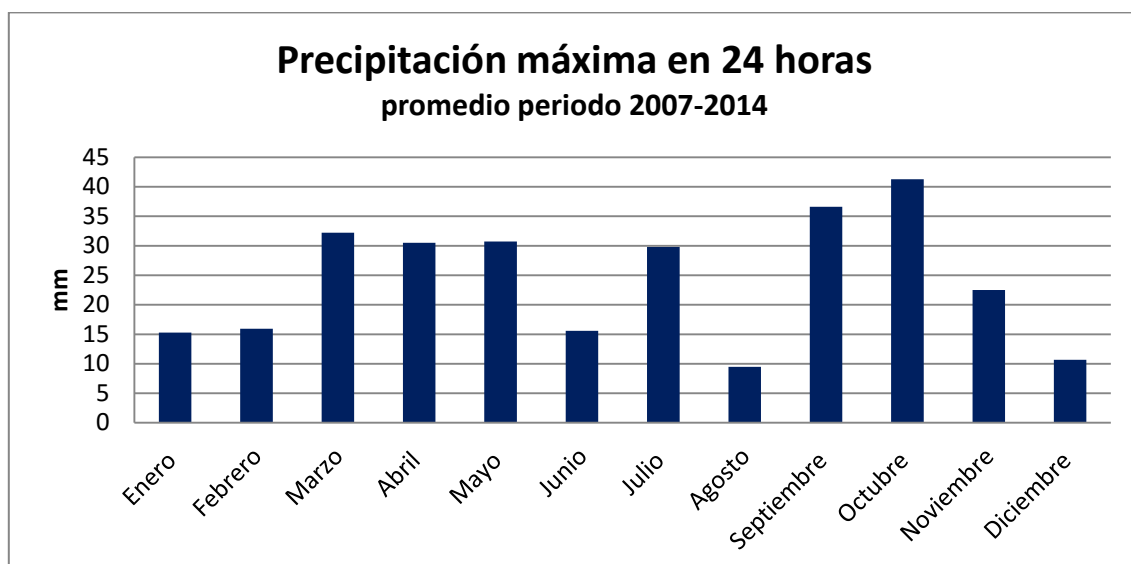
En cuanto a las precipitaciones, los meses más lluviosos por lo que respecta a la cantidad de agua, corresponden a los meses de marzo, mayo, octubre y noviembre. En promedio entre 2007 y 2014, la precipitación media en marzo alcanzó los 85,7 mm. El mes de agosto es el más seco, con 23 mm de media sobre el mismo periodo.



A pesar de que marzo sea el mes que registra mayor cantidad de lluvia, son los meses de abril y mayo en los que llueve más días. Se observa que en los meses de verano (junio, julio y agosto), el número de días de lluvia no alcanza a los 6 de media sobre el periodo 2007-2014. Si no se toman en cuenta estos tres meses, se observa que suele llover de promedio 8 días al mes.



En el siguiente gráfico se ha representado las precipitaciones máximas mensuales para el periodo 2007-2014. Se observa que los meses de octubre y septiembre son los meses con una intensidad de precipitación más importantes, a pesar de ser marzo el mes que registra una cantidad de lluvia mayor. No obstante, las precipitaciones no son exageradamente importantes, por lo que se puede concluir que no afectarán excesivamente a nuestra obra. En promedio, llueve casi 92 días al año, pero éstas son en general de baja intensidad y duración lo que permitiría trabajar con normalidad en esta zona del proyecto.

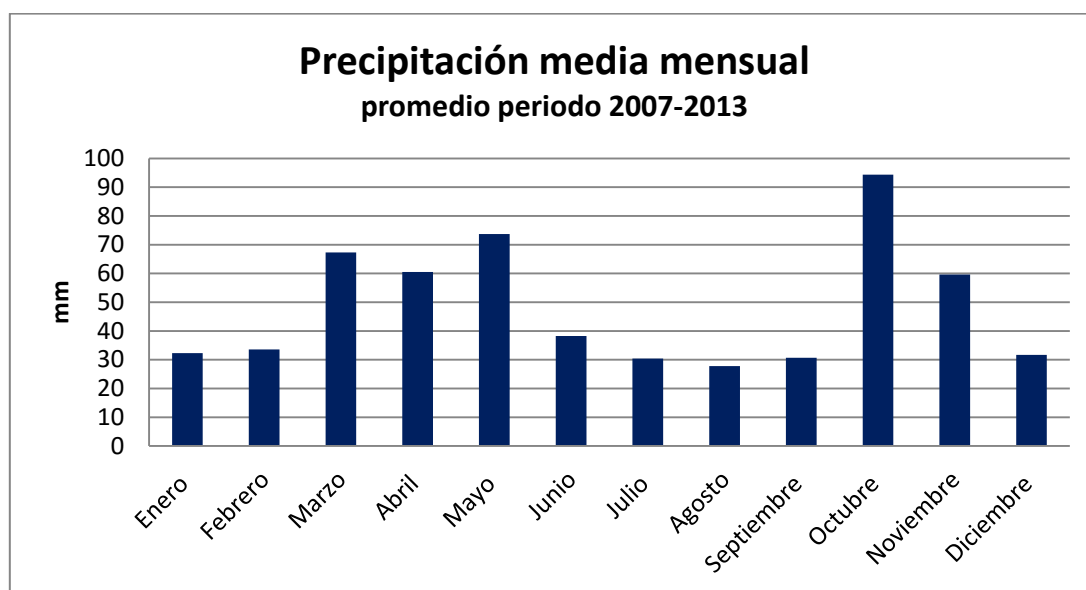


Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

En la estación de Sant Cugat, se registró en 2014 una precipitación media mensual comprendida entre los 170 mm (en el mes de septiembre) y los 10 mm (en el mes de junio). Los meses en los que se observó una cantidad de precipitación mayor son septiembre y noviembre. Sin tomar en cuenta los meses de septiembre y noviembre y tampoco junio, se obtiene una media de 44 mm de precipitaciones en 2014. En correlación con estos datos, se observa que en septiembre y en noviembre fueron los meses cuando más días de lluvia hubo (15 y 14 respectivamente). El mes de agosto fue el más seco, con tan sólo dos días de lluvia. Por último, en lo que se refiere a la precipitación mensual máxima en 24 horas, destacan los 96 mm del mes de septiembre. No obstante, la cantidad de días de lluvia y la cantidad de las precipitaciones no son elevados para dificultar la obra en esta zona.

Como se mencionó anteriormente, para no tan sólo basarse en los datos de 2014, en este apartado también se estudian los datos de la estación en Cerdanyola del Vallés del periodo 2007-2013. Los datos y su interpretación son presentados a continuación.

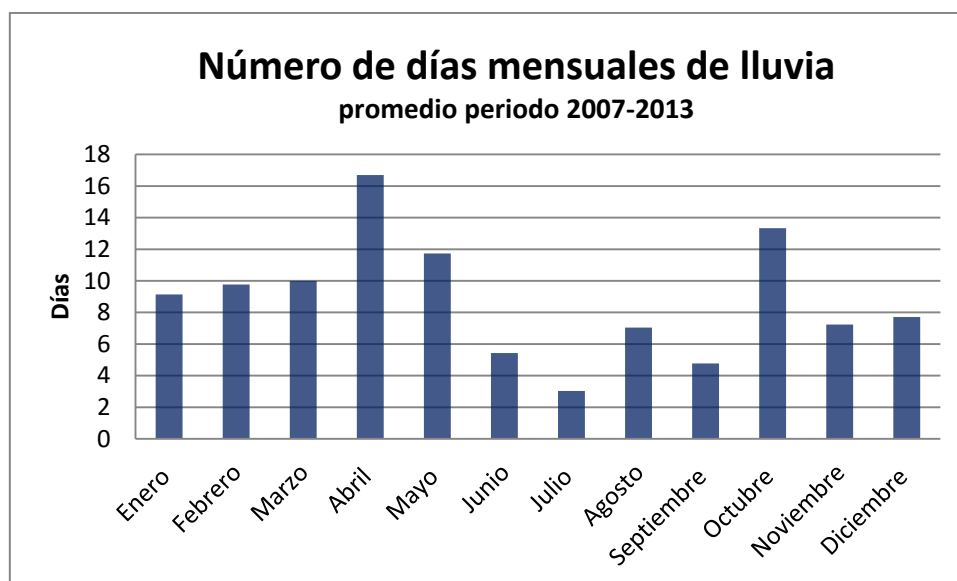
Los meses más lluviosos por lo que respecta a la cantidad de agua, corresponden a los meses de marzo, mayo y octubre y noviembre. Estos corresponden a los meses más lluviosos que se registraron en la estación de Barcelona Observatorio Fabra. En promedio entre 2007 y 2013, la precipitación media en marzo alcanzó los 94 mm. El mes de agosto es el más seco, con 28 mm de media sobre el mismo periodo. Cerdanyola registra precipitaciones ligeramente superiores a las de la estación Observatorio Fabra



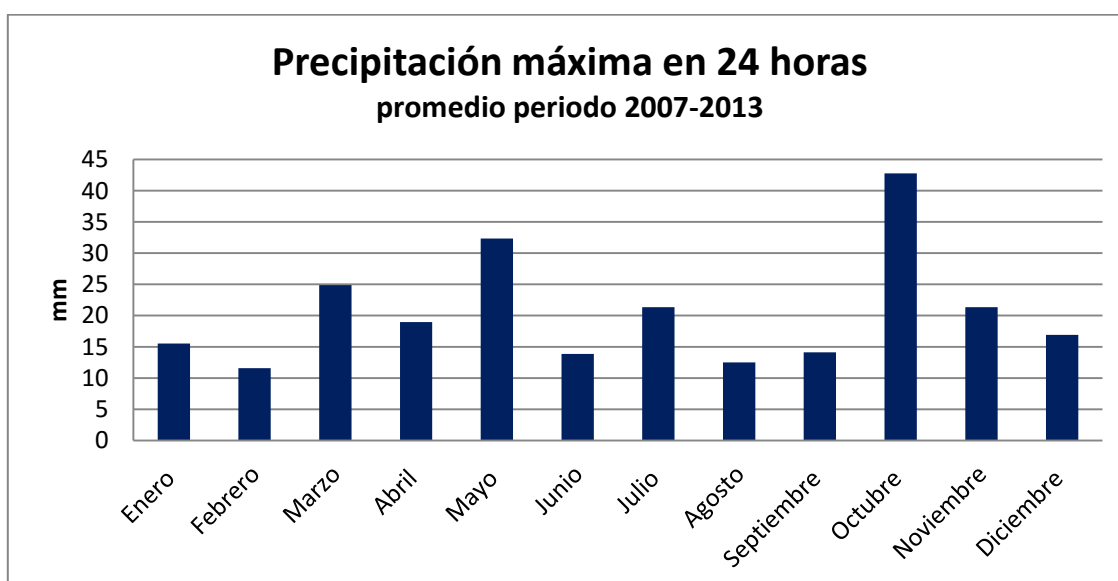
En lo que se refiere a los días mensuales de lluvia, se observa que en promedio en abril y octubre los días de lluvia son más numerosos que en el resto de meses (17 y 13 días respectivamente). Se destaca pues que a pesar de que el mes en que más días llovió en promedio entre 2007-2013 fue abril, este mes no presenta las mayores precipitaciones en términos de mm.

En la zona prelitoral de la cordillera de Collserola, se puede concluir que las precipitaciones no son exageradamente importantes, por lo que se estima que no afectarán excesivamente a nuestra obra.

En promedio, llueve 106 días al año, pero éstas son en general de baja intensidad y duración lo que permitiría trabajar con normalidad en esta zona del proyecto.



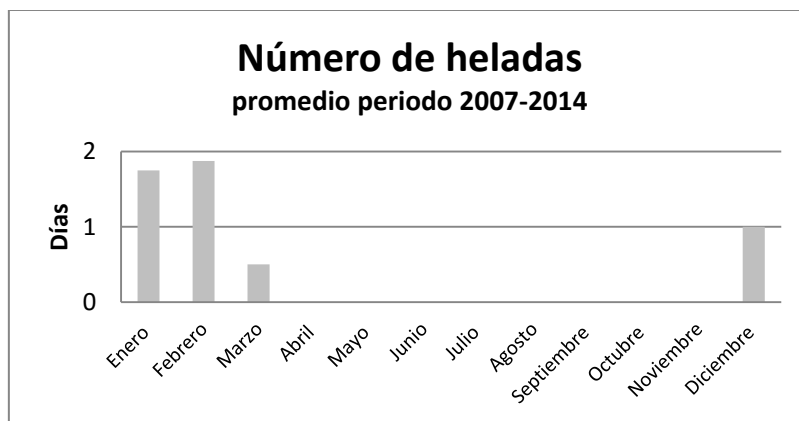
En correlación con los meses con precipitación media mensual mayores, octubre y mayo son también los dos meses con una precipitación máxima en 24 horas mayores (43 mm y 32 mm en 24 horas en promedio entre 2007-2013, respectivamente).



3.3. Heladas

Barcelonés – Observatorio Fabra

Debido a la cercanía al mar, Barcelona goza de un clima benigno con escasas helada, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.



Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

En 2004, la estación de Sant Cugat registró únicamente 5 heladas en el mes de diciembre.

En el siguiente gráfico se muestran las heladas registradas en la estación de Cerdanyola del Vallés. Éstas se concentran principalmente en los meses de enero, febrero y diciembre.

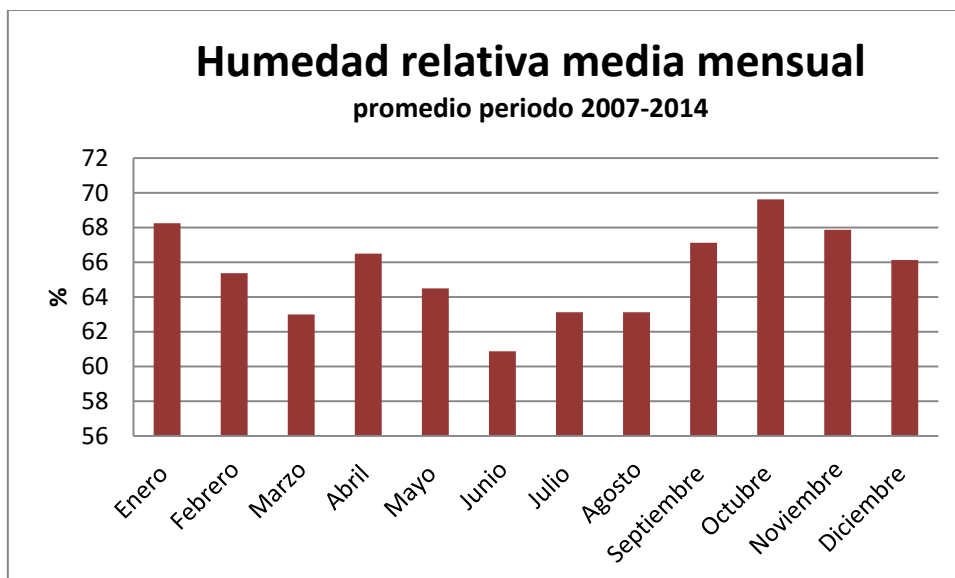


En la zona proyecto de forma general, se observa que se dan heladas en los meses de enero, febrero y diciembre, pero estas sólo superan los 2 días al mes en lado oeste de la cordillera de Collserola.

3.4. Humedad relativa

Barcelonés – Observatorio Fabra

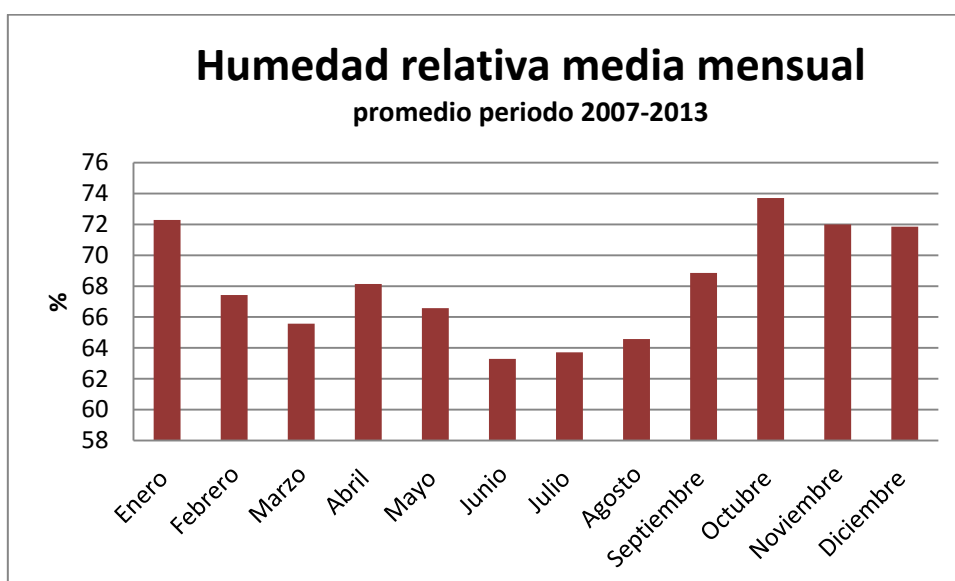
Por lo que respecta a humedad relativa media, ésta tiene unos valores comprendidos entre el 70% y el 63% a lo largo del año. Esto se debe principalmente a la proximidad con el mar. Los años 2013 y 2012 fueron años más secos, con una humedad relativa media anual de alrededor del 60%, mientras que las medias anuales de los otros años se sitúan más bien en el 67%.



Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

A partir de la estación de Sant Cugat, se obtiene que la humedad relativa media anual en 2014 fue de 74%.

Los datos de la estación de Cerdanyola del Vallés muestran que la humedad relativa en la zona prelitoral oscila entre el 74% y el 63%. Los meses más húmedos son octubre, noviembre, diciembre y enero. Los meses de verano suelen ser menos húmedos



4. Índices de clasificación

Para describir la climatología de la región de una forma más comprensible y comparable con otros casos, se usarán una serie de índices y clasificaciones.

4.1. Índice de aridez de Martonne

El índice de aridez de Martonne sigue la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

Donde:

P= Precipitación anual (mm)

T= Temperatura media anual (°C)

La clasificación climática según el índice de Martonne es la siguiente:

Índice	Clasificación
>60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido
15-5	Estepario
5-0	Extremo

Barcelonés – Observatorio Fabra

	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Índice de Martonne
2014	657,3	15,28	26,01
2013	571,70	14,71	23,14
2012	571,70	15,10	22,78
2011	905,70	15,38	35,69
2010	694,50	14,11	28,81
2009	527,90	15,40	20,78
2008	567,70	14,65	23,03
2007	538,40	15,16	21,40
Media	629,36	14,97	25,20

Este valor corresponde con un clima sub-húmedo.

Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

	Precipitación (mm)	Temperatura media (°C)	Índice de Martonne
2014	-	-	-
2013	493,70	14,98	19,77
2012	419,20	15,21	16,63
2011	853,10	15,58	33,36
2010	704,80	14,56	28,70
2009	485,00	15,70	18,87
2008	630,50	15,07	25,15
2007	475,90	15,23	18,87
Media	580,31	15,19	23,04

Este valor corresponde con un clima sub-húmedo.

No obstante, cabe destacar que, en general, el índice de Martonne se ajusta mejor para climas fríos, de forma que los otros índices que se calculan a continuación son más idóneos y pueden ser más representativos.

4.2. Índice termopluvimétrico de Dantin-Revenga

El índice termopluvimétrico de Dantin-Revenga clasifica el clima en húmedo, semiárido, árido o subdesértico en función de la precipitación y de la temperatura media anual. Su expresión es la siguiente:

$$I = \frac{100 \cdot T}{P}$$

Donde:

P = Precipitación anual (mm)

T = Temperatura media anual (°C)

Este índice clasifica los climas a partir de la siguiente tabla:

Índice	Clasificación
0 – 2	Húmedo
2 – 3	Semiárido
3 – 6	Árido
> 6	Subdesértico

A partir de los datos de cada estación meteorológica presentados en el apartado anterior, se calcula el índice de Dantin-Revenga:

Barcelonés – Observatorio Fabra

Después de aplicar la fórmula, se obtienen los siguientes valores:

	Índice de Dantin-Revenga
2014	2,32
2013	2,57
2012	2,64
2011	1,70
2010	2,03
2009	2,92
2008	2,58
2007	2,82
Media	2,45

Este resultado corresponde a un clima semiárido. Para todos los años estudiados, el clima en esta zona de Barcelona corresponde a un clima semiárido, con la excepción del año 2011, que los datos muestran que se dio un clima más bien húmedo.

Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

Después de aplicar la fórmula para los datos de la estación de Cerdanyola del Vallés, se obtienen los siguientes valores:

	Índice de Dantin-Revenga
2014	-
2013	3,03
2012	3,63
2011	1,83
2010	2,07
2009	3,24
2008	2,39
2007	3,20
Media	2,77

Este resultado corresponde a un clima semiárido. No obstante, vemos que depende del año, habiendo de secos y uno de húmedo (también 2011).

4.3. Índice de pluviosidad de Lang

Dicho índice también permite efectuar una clasificación del clima de una determinada región geográfica en función de su precipitación y temperatura media anual. De este modo, el índice se calcula como sigue:

$$I = \frac{P}{T}$$

Este índice de Lang clasifica los climas según la siguiente tabla:

Índice	Clasificación
0 – 20	Xérico o per-árido (desértico)
20 – 40	Árido
40 – 60	Semiárido
60 – 100	Sub-húmedo
100 – 160	Húmedo
> 160	Per-húmedo

A partir de los datos de cada estación meteorológica presentados en el apartado anterior, se calcula el índice de Dantin-Revenga:

Barcelonés – Observatorio Fabra

Después de aplicar la fórmula, se obtienen los siguientes valores:

	Índice de Lluviosidad de Lang
2014	43,03
2013	38,87
2012	37,86
2011	58,91
2010	49,23
2009	34,28
2008	38,75
2007	35,52
Media	42,06

Este resultado corresponde a un clima semiárido. No obstante, se aprecia que hay años de clima semiárido y otros de árido.

Sant Cugat y Cerdanyola del Vallés

Después de aplicar la fórmula para los datos de la estación de Cerdanyola del Vallés, se obtienen los siguientes valores:

	Índice de Lluviosidad de Lang
2014	-
2013	32,97
2012	27,56
2011	54,77
2010	48,41
2009	30,89
2008	41,85

2007		31,26
Media		38,24

El valor promedio del índice es 38,2 y el clima es árido. No obstante, algunos años (2011,2010 y 2008) el clima fue semiárido.

5. Estudio de días hábiles de trabajo

En este apartado, se procede a realizar una estimación del número de días hábiles de trabajo de cada mes para la ejecución de las unidades de obra. Dicha aproximación permitirá elaborar con mayor precisión el plan de obra. Este análisis se basa en los datos climáticos presentados anteriormente.

Cabe destacar que el objetivo del estudio es el de conocer el orden de magnitud, ya que en la práctica, durante la ejecución de las obras, las condiciones climáticas pueden resultar cambiantes e impredecibles.

5.1. Definiciones

A continuación se presentan las definiciones de importancia para la presentación del estudio:

- Día hábil o laborable: aquel en el que la precipitación y la temperatura se encuentran dentro de unos límites determinados. El resto de días no se considerarán como laborables y por lo tanto no se tendrán en cuenta en el cómputo de días disponibles para la ejecución de las unidades de obra.
- Temperatura ambiental límite para la manipulación de materiales húmedos: 0°C
- Temperatura ambiental límite para la ejecución de riesgos, tratamientos superficiales o por penetración: 10°C.
- Temperatura ambiental límite para la ejecución de mezclas bituminosas: 5°C.
- Precipitación límite para trabajar con ciertas unidades de obra, sensibles a una pequeña cantidad de lluvia: 1 mm diario:
- Precipitación límite para el resto de los trabajos: 10 mm diarios. Se entiende que con una precipitación diaria mayor de 10 mm no se puede realizar ningún trabajo sin protecciones especiales.

5.2. Coeficientes de reducción

Para la estimación del número de días aprovechables para la ejecución de las distintas unidades de obra se establecen unos coeficientes de reducción que se aplican al número de días laborables de cada mes, según *Isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo*.

Estos coeficientes son los siguientes:

5.2.1. Coeficiente de reducción por helada

El coeficiente de reducción por helada tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con temperatura menor a 0°C. Dicho coeficiente se define como:

$$C_1 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura mínima} > 0^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

5.2.2. Coeficiente de reducción por temperatura de riegos, tratamientos superficiales o por penetración

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables debida a días con temperatura menor a 10°C. Se calcula como:

$$C_2 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura a las 9 AM} \geq 10^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

5.2.3. Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con temperatura inferior a 5°C. Se calcula como:

$$C_3 = \frac{\text{Número de días del mes con temperatura a las 9 AM} \geq 5^{\circ}\text{C}}{\text{Número de días del mes}}$$

5.2.4. Coeficiente de reducción por lluvia límite general de trabajos

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con precipitaciones superiores a los 10 mm diarios. Se calcula como:

$$C_4 = \frac{\text{Número de días del mes con precipitación} < 10\text{mm}}{\text{Número de días del mes}}$$

5.2.5. Coeficiente de reducción por lluvia límite parcial de trabajos

Este coeficiente tiene en cuenta la reducción de días laborables producida por la existencia de días con precipitaciones superiores a 1 mm diario. Se calcula como:

$$C_5 = \frac{\text{Número de días del mes con precipitación} < 1\text{mm}}{\text{Número de días del mes}}$$

5.3. Coeficientes de reducción para cada unidad de obra

Dado que cada unidad de obra posee unas características de ejecución distintas, los coeficientes afectan a cada unidad de forma diferente.

5.3.1. Hormigones hidráulicos

El coeficiente de reducción de los días laborables para hormigones hidráulicos se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$C_H = C_1 \cdot C_4$$

5.3.2. Explanaciones

El coeficiente de reducción de los días laborables para explanaciones se calcula como sigue:

$$C_E = C_1 \cdot \frac{C_4 + C_5}{2}$$

5.3.3. Producción de áridos

El coeficiente de reducción de los días laborables para producción de áridos se calcula como sigue:

$$C_A = C_4$$

5.3.4. Riegos y tratamientos superficiales y por penetración

El coeficiente de reducción de los días laborables para riegos y tratamientos superficiales y por penetración se calcula como sigue:

$$C_R = C_2 \cdot C_5$$

5.3.5. Mezclas bituminosas

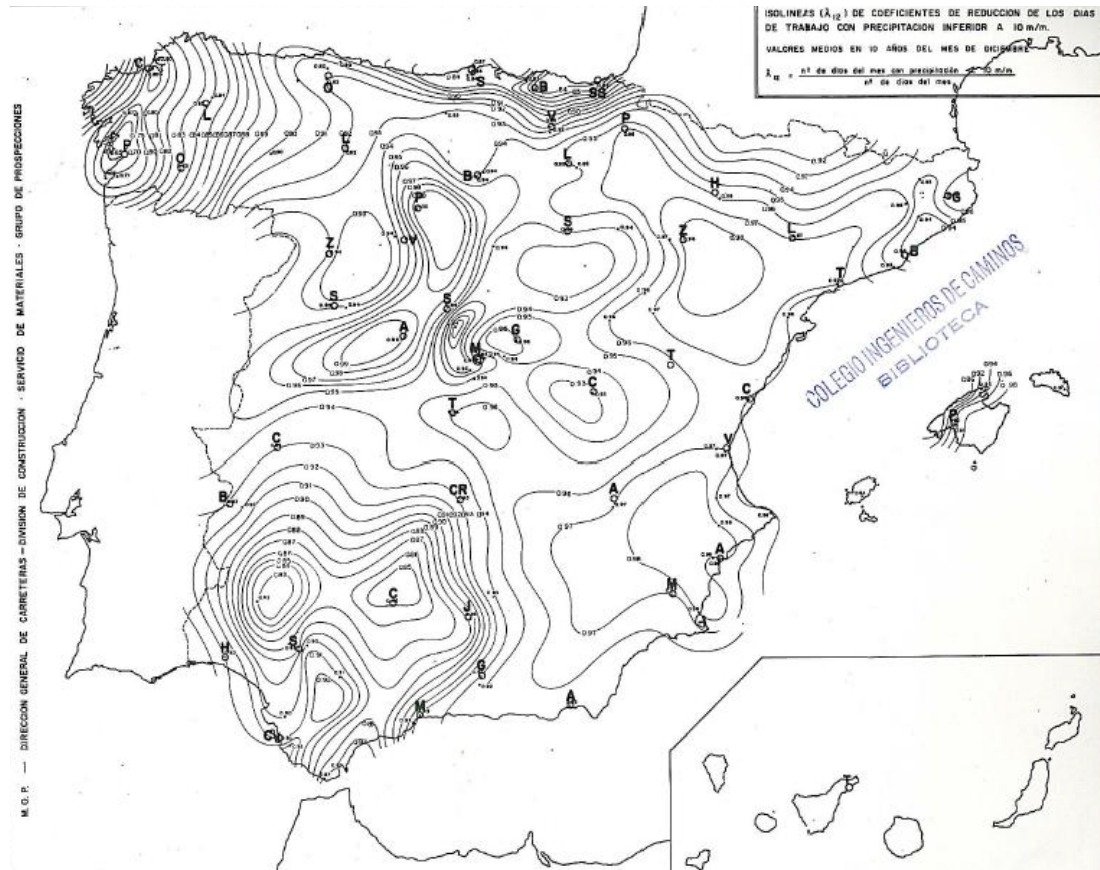
El coeficiente de reducción de los días laborables para mezclas bituminosas se calcula como sigue:

$$C_{MB} = C_3 \cdot C_5$$

5.4. Días hábiles para cada mes

Para este cálculo se han tenido en cuenta los datos tomados del *Servei Meteorològic de Catalunya* y los mapas de isolíneas de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas.

Ejemplo de mapa de isolíneas de coeficientes de reducción de los días de trabajo



Fuente: Ministerio de OOPP, Dirección General de Carreteras

Los coeficientes hallados son los siguientes:

Coeficientes de reducción de días de trabajo para cada mes y unidad de obra

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
C1	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90
C2	0,20	0,18	0,45	0,75	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	0,45	0,23
C3	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	0,90	0,75
C4	0,96	0,96	0,93	0,96	0,94	0,94	0,95	0,96	0,92	0,88	0,95	0,90
C5	0,88	0,86	0,81	0,81	0,82	0,82	0,93	0,88	0,84	0,76	0,84	0,83

Días hábiles para cada unidad de obra y mes

Unidad de obra	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Hormigones hidráulicos	0,86	0,86	0,93	0,96	0,94	0,94	0,95	0,96	0,92	0,88	0,95	0,81
Explanaciones	0,83	0,82	0,87	0,89	0,88	0,88	0,94	0,92	0,88	0,82	0,90	0,78
Áridos	0,96	0,96	0,93	0,96	0,94	0,94	0,95	0,96	0,92	0,88	0,95	0,90
Riegos y trat.superf. y penetra.	0,18	0,15	0,36	0,61	0,78	0,82	0,93	0,88	0,84	0,72	0,38	0,19
Mezclas bituminosas	0,62	0,69	0,73	0,81	0,82	0,82	0,93	0,00	0,84	0,76	0,76	0,62

Por lo tanto, el número de días hábiles en cada mes para cada unidad de obra son los siguientes:

Unidad de obra	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Hormigones hidráulicos	26	24	28	28	29	28	29	29	27	27	28	25
Explanaciones	25	22	26	26	27	26	29	28	26	25	26	24
Áridos	29	26	28	28	29	28	29	29	27	27	28	27
Riegos y trat.superf. y penetra.	5	4	11	18	24	24	28	27	25	22	11	5
Mezclas bituminosas	19	19	22	24	25	24	28	0	25	23	22	19

6. Conclusión

Se concluye que la zona donde transcurre la nueva línea ferroviaria - desde Sant Cugat pasando por la Cordillera de Collserola hasta la zona alta de Barcelona - posee una climatología mediterránea, con un clima templado, con escasez de heladas, dos períodos húmedos - otoño y primavera - y veranos más bien secos.

Estas características no suponen prácticamente riesgos relevantes para el desarrollo normal del proceso constructivo, salvo la consideración de la evolución climática anual para la ejecución de las diferentes unidades de obra.

ANEJO 5:

Hidrología y drenaje

ANEJO 5: Hidrología y drenaje

1.	Introducción e información consultada	3
2.	Red hidrográfica del recorrido	3
3.	Riesgos hidrológicos. Inundaciones.....	4
4.	Cálculo de caudales máximos.....	4
4.1.	Fórmula de cálculo	4
4.2.	Resultados	11
5.	Drenaje	12
5.1.	Drenaje longitudinal	12
5.2.	Drenaje transversal	13
5.3.	Drenaje en los túneles	14

1. Introducción e información consultada

El presente anejo recoge la información de las características hidrológicas de la zona donde transcurre el proyecto. El objetivo es pues, por un lado, el de situar la obra en su contexto hidrológico y, por otro, el de asegurar que el trazado ferroviario no interfiere en ningún curso fluvial relevante y, en caso de producirse una interrupción, estudiar las medidas necesarias para paliar su efecto.

Las fuentes consultadas para la elaboración de este anejo son las siguientes:

- Sitio web de la Agencia Catalana del Agua
- Atlas Nacional de Cataluña, Instituto Cartográfico de Cataluña
- Mapa de Cuencas Hidrográficas de Cataluña 1 : 250.000, Instituto Cartográfico de Cataluña (2005)
- El documento de *Instrucción de Carreteras 5.2-IC Drenaje superficial* de la Dirección General de Carreteras
- Los mapas de *Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día* de la Dirección General de Carreteras

2. Red hidrográfica del recorrido

La zona del nuevo trazado ferroviario entre Sant Cugat y Mundet pertenece a la cuenca hidrográfica del Besós.

Mapa de la red de cuencas hidrográficas de Cataluña



Fuente: Atlas Nacional de Catalunya

3. Riesgos hidrológicos. Inundaciones

Antes de realizar los cálculos detallados de las distintas cuencas que atraviesa la nueva línea ferroviaria, se presenta un análisis preliminar de los riesgos de inundación en la zona según la Agencia Catalana del Agua.

4. Cálculo de caudales máximos

El cálculo de caudales máximos se basa en la Orden de 14 de mayo de 1990, por la que se aprueba la instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”. Un proyecto de carreteras es, como los de ferrocarril, un proyecto básicamente de trazado, por lo que a efectos hidrometeorológicos tiene unos requisitos similares. Esta instrucción establece que los caudales se calculan en función del período de retorno de las precipitaciones y dependen del tamaño y la naturaleza de las cuencas aportantes.

4.1. Fórmula de cálculo

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C \cdot A \cdot I}{k}$$

Donde:

- Q (m³/s) es el caudal de escorrentía que se desea calcular
- C es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada
- A (km²) es el área de la cuenca drenada
- I (mm/h) es la intensidad media de precipitación asociada al período de retorno correspondiente
- k es un coeficiente que depende de las unidades en las que se expresan Q y A. Este coeficiente incluye un aumento del 20% del caudal para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación y estar así del lado de la seguridad. Su valor está dado por la tabla presentada a continuación.

Coeficiente k

El coeficiente k depende de las unidades de Q y A. Su valor viene dado por la siguiente tabla:

Valores del coeficiente k

Q en	A en		
	km ²	ha	m ²
m ³ /s	3	300	3 000 000
l/s	0,003	0,3	3 000

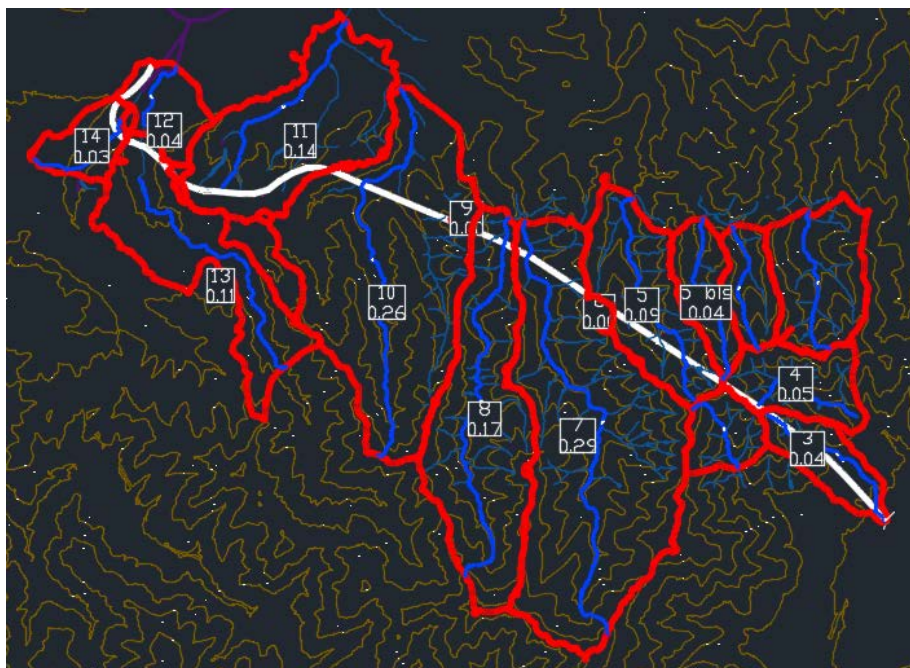
Fuente: Instrucción de carreteras 5.2-IC Drenaje superficial

De tal modo, que tomando Q en m³/s y A en km², el valor de k es 3.

Área de las cuencas (A)

La nueva línea del Vallés de ferrocarril atravesaría 18 cuencas hidrográficas. El área de estas cuencas se calcula en AutoCad Civil 3D, con la herramienta Cuenca Vertientes.

A continuación se muestra una imagen de las cuencas situadas a lo largo del nuevo trazado de la línea. Además se adjunta una tabla que presenta el área de cada una de las cuencas.



Cuenca	1	2	3	4	5	5 bis	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Área (km ²)	0,000	0,000	0,037	0,050	0,090	0,04	0,004	0,291	0,167	0,003	0,263	0,142	0,034	0,108	0,028

Intensidad media de precipitación (I)

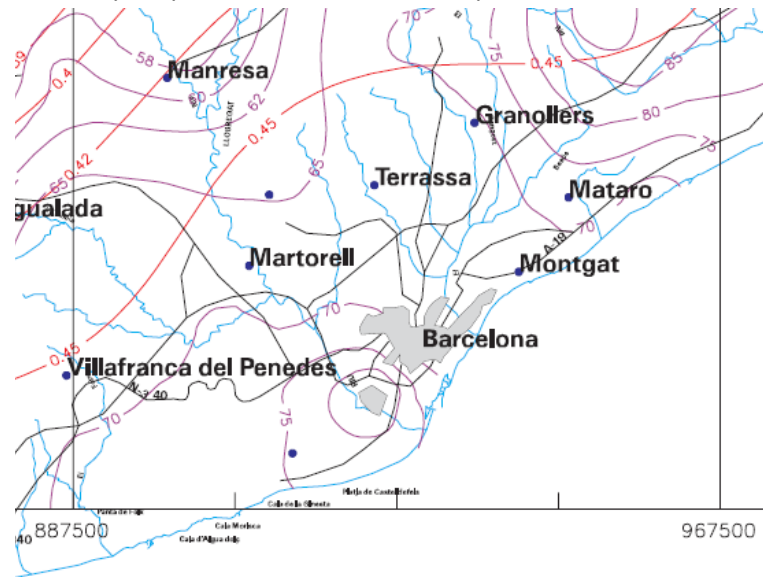
La intensidad media de precipitación se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{Pd}{24} \cdot \left(\frac{I_1}{Id_t} \right)^{\left(\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

Donde

- Pd (mm) es la precipitación total diaria correspondiente a un período de retorno considerado. Este valor se toma de los mapas de la *publicación Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día* de la Dirección General de Carreteras.
- Los valores de Pd para cada período de retorno considerado en la zona de la obra son:

Isolíneas del valor regional del coeficiente de variación C_v y mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular



Fuente: Dirección General de Carreteras

A partir del mapa se obtienen los siguientes valores que junto con la tabla permiten de encontrar la precipitación máxima diaria para cada año de retorno:

P= 70 mm

$$C_v = 0.46$$

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

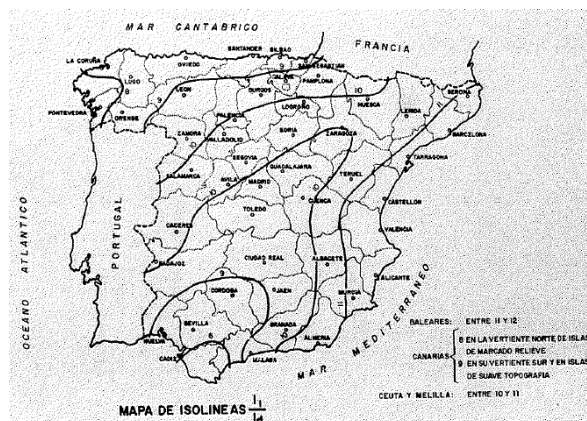
Tabla 7.1 - Cuantiles Y_t de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación K_T , en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997).

Valor de P_d

C _v	P _d (mm/día)	PT (mm/día)							
		Período de retorno T (años)							
		2	5	10	25	50	100	200	500
0,46	70	62,58	89,46	109,48	137,27	159,67	184,24	208,81	244,58

- I_d (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Se calcula como P_d entre 24. I_d ya está remplazada por $P_d/24$ en la fórmula presentada.
- I_{dt} (mm/h) es la intensidad horaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. El valor de la razón I_1/I_d se toma de la siguiente figura.

Mapa de isóneas del ratio (I_1/I_d)



escorrentía depende del uso del suelo, de la pendiente, de las características hidrológicas y del grupo de suelo.

Este parámetro se obtiene:

Estimación inicial del umbral de escorrentía P_0 (mm)

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥ 3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	< 3	R/N	47	25	16	13
Praderas	≥ 3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy buena	*	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy buena	*	*	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15
	< 3	Pobre	*	34	19	14
		Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15
	< 3	Pobre	*	34	19	14
		Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (bosques, Monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33
Notas: 1. N: denota cultivo según las curvas de nivel. R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente. 2. *: denota que esa parte de cuenca debe considerarse inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida. 3. Las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 por 100.						
Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentia (mm)				
Rocas permeables	≥ 3	3				
	< 3	5				
Rocas impermeables	≥ 3	2				
	< 3	4				
Firmes granulares sin pavimento		2				
Adoquinados		1,5				
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1				

Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía

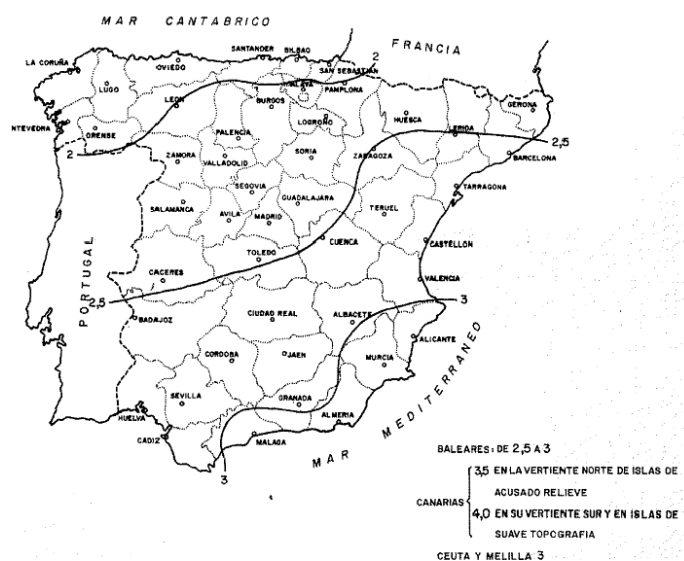
Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa- arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo- limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Las formaciones miocenas y pliocenas son en general poco permeables. Las pizarras, las filitas y otras rocas metamórficas del Paleozoico son en general poco permeables. Los fenómenos de permeabilidad se dan por fisuras. No obstante, las arcillas rojas, con gravas y niveles de gravas de pizarra que configuran las rocas de piedemonte pleistocena no es un depósito impermeable. Por lo tanto para cada cuenca se asignará un valor de umbral de escorrentía diferente.

El umbral de escorrentía se debe multiplicar por un coeficiente corrector en función de la variación regional de la humedad habitual en el suelo a comienzo de aguaceros significativos. Además, incluye una mayoración del orden del 100% para que el cálculo quede del lado de seguridad. Dicho coeficiente se obtiene a partir de la siguiente figura. Para el presente proyecto el coeficiente corrector es 2,5.

Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía



Fuente: Instrucción de carreteras 5.2-IC "Drenaje superficial"

4.2. Resultados

Cuenca	Tiempo de concentración (h)	P0	P0	P0 ajust.	2			5			10			25			50			100			200			500		
					Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I	Pd/P0	C	I
1	0,01	1	2,5	2,5	25,03	0,89	374,3	35,78	0,93	535,1	43,79	0,95	654,8	54,91	0,97	821,0	63,87	0,97	955,0	73,70	0,98	1101,9	83,52	0,98	1248,9	97,83	0,99	1462,8
2	0,01	1	2,5	2,5	25,03	0,89	330,8	35,78	0,93	472,9	43,79	0,95	578,7	54,91	0,97	725,6	63,87	0,97	844,0	73,70	0,98	973,9	83,52	0,98	1103,7	97,83	0,99	1292,8
3	0,25	5	2,5	12,5	5,01	0,44	66,7	7,16	0,56	95,3	8,76	0,63	116,6	10,98	0,70	146,2	12,77	0,75	170,1	14,74	0,78	196,3	16,70	0,81	222,4	19,57	0,85	260,6
4	0,18	5	2,5	12,5	5,01	0,44	79,0	7,16	0,56	112,9	8,76	0,63	138,1	10,98	0,70	173,2	12,77	0,75	201,4	14,74	0,78	232,4	16,70	0,81	263,4	19,57	0,85	308,6
5	0,33	16	2,5	40	1,56	0,09	57,8	2,24	0,18	82,6	2,74	0,24	101,1	3,43	0,31	126,8	3,99	0,36	147,5	4,61	0,41	170,2	5,22	0,45	192,9	6,11	0,51	225,9
5 bis	0,24	16	2,5	40	1,56	0,09	68,2	2,24	0,18	97,5	2,74	0,24	119,4	3,43	0,31	149,7	3,99	0,36	174,1	4,61	0,41	200,9	5,22	0,45	227,7	6,11	0,51	266,6
6	0,03	16	2,5	40	1,56	0,09	200,9	2,24	0,18	287,2	2,74	0,24	351,5	3,43	0,31	440,8	3,99	0,36	512,7	4,61	0,41	591,6	5,22	0,45	670,5	6,11	0,51	785,3
7	0,60	16	2,5	40	1,56	0,09	40,6	2,24	0,18	58,0	2,74	0,24	71,0	3,43	0,31	89,0	3,99	0,36	103,6	4,61	0,41	119,5	5,22	0,45	135,4	6,11	0,51	158,6
8	0,54	16	2,5	40	1,56	0,09	43,6	2,24	0,18	62,3	2,74	0,24	76,2	3,43	0,31	95,6	3,99	0,36	111,2	4,61	0,41	128,3	5,22	0,45	145,4	6,11	0,51	170,3
9	0,05	16	2,5	40	1,56	0,09	149,9	2,24	0,18	214,4	2,74	0,24	262,3	3,43	0,31	328,9	3,99	0,36	382,6	4,61	0,41	441,5	5,22	0,45	500,3	6,11	0,51	586,0
10	0,56	16	2,5	40	1,56	0,09	42,4	2,24	0,18	60,6	2,74	0,24	74,1	3,43	0,31	93,0	3,99	0,36	108,1	4,61	0,41	124,8	5,22	0,45	141,4	6,11	0,51	165,6
11	0,39	16	2,5	40	1,56	0,09	51,9	2,24	0,18	74,2	2,74	0,24	90,8	3,43	0,31	113,8	3,99	0,36	132,4	4,61	0,41	152,7	5,22	0,45	173,1	6,11	0,51	202,8
12	0,24	5	2,5	12,5	5,01	0,44	68,4	7,16	0,56	97,7	8,76	0,63	119,6	10,98	0,70	150,0	12,77	0,75	174,4	14,74	0,78	201,3	16,70	0,81	228,1	19,57	0,85	267,2
13	0,49	5	2,5	12,5	5,01	0,44	46,1	7,16	0,56	65,9	8,76	0,63	80,6	10,98	0,70	101,1	12,77	0,75	117,6	14,74	0,78	135,7	16,70	0,81	153,8	19,57	0,85	180,2
14	0,22	5	2,5	12,5	5,01	0,44	71,6	7,16	0,56	102,3	8,76	0,63	125,2	10,98	0,70	157,0	12,77	0,75	182,6	14,74	0,78	210,7	16,70	0,81	238,8	19,57	0,85	279,8

Cuenca	Area (km ²)	Coef. k	Q en m ³ /s							
			2	5	10	25	50	100	200	500
1	0,000	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001
3	0,037	3	0,362	0,665	0,069	1,273	1,571	1,904	2,240	2,732
4	0,050	3	0,574	1,056	0,092	2,019	2,493	3,022	3,555	4,335
5	0,090	3	0,151	0,439	0,019	1,167	1,581	2,075	2,605	3,426
5 bis	0,037	4	0,074	0,214	0,008	0,569	0,771	1,012	1,270	1,670
6	0,004	3	0,023	0,066	0,001	0,176	0,239	0,314	0,394	0,518
7	0,291	3	0,346	1,002	0,063	2,665	3,609	4,738	5,947	7,823
8	0,167	3	0,213	0,617	0,036	1,641	2,222	2,917	3,661	4,816
9	0,003	3	0,012	0,034	0,001	0,092	0,124	0,163	0,204	0,269
10	0,263	3	0,327	0,948	0,057	2,520	3,412	4,479	5,623	7,396
11	0,142	3	0,216	0,626	0,031	1,665	2,255	2,960	3,716	4,888
12	0,034	3	0,336	0,617	0,062	1,180	1,457	1,766	2,077	2,534
13	0,108	3	0,728	1,339	0,199	2,560	3,161	3,831	4,507	5,496
14	0,028	3	0,290	0,533	0,051	1,020	1,259	1,526	1,795	2,190

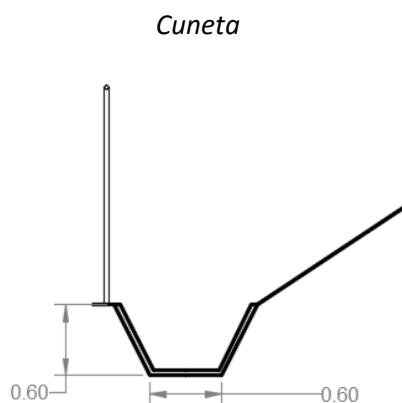
5. Drenaje

La obra del presente proyecto básico consiste en un trazado lineal que cruza diversos cursos naturales de agua y cauces. Cabe destacar que alguno de estos cursos naturales de agua ya están canalizados. En dicho caso, se mantendrán las canalizaciones existentes a su capacidad actual. En los casos donde no existe canalización, se diseñará un drenaje transversal y longitudinal.

5.1. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal está constituido por elementos cuyo fin es recoger la escorrentía superficial de la plataforma y taludes de desmorte con el fin de conducirla hasta el punto de drenaje. No se ha identificado que el trazado no cruza aguas subterráneas.

En las secciones transversales en desmorte y en terraplén, el drenaje longitudinal más adecuado será colocar cuentas a ambos lados. Las cuentas recogen el agua procedente de la plataforma y de los taludes para canalizarla hasta los puntos de desagüe. Como se trata de un proyecto básico de carácter académico, se define una cuenta tipo de sección trapecial de 0,60 m base menor y profundidad y taludes laterales 1:1.



Fuente: Elaboración propia

Los falsos túneles con bóveda triarticulada dispondrán de este tipo de drenaje longitudinal. Para reducir la sección del falso túnel las cunetas serán de 0,40 m de base y profundidad en lugar de los 0,60 m de las cuentas en sección a cielo abierto.

Para que la sección de la cuenta sea válida, se debe cumplir que la capacidad de desagüe de ésta sea mayor que el máximo caudal a evacuar, es decir, mayor al caudal del proyecto. Por esta razón se deberá calcular el caudal de desagüe a partir de la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot S \cdot i^{1/2}$$

Donde:

- n es el coeficiente de rugosidad del material (0,013-0,017 para cunetas de hormigón y 0,017-0,020 para cunetas de hormigón con fondo de grava)
- R_H es el radio hidráulico en m
- J es la pendiente en m/m
- S es la sección de la cuenta en m^2
- Q es el caudal en m^3/s

En este caso, se realiza el cálculo y se comprueba que esta sección permite evacuar el caudal de proyecto (se utilizan los caudales correspondientes al período de retorno de 25 años).

Pendiente (%)	Caudal (m^3/s)	
	para n	
	0,017	0,02
0,1	6,8	5,8
0,2	9,6	8,1
0,3	11,7	10,0
0,4	13,6	11,5
0,5	15,2	12,9
0,6	16,6	14,1
0,7	17,9	15,2
0,8	19,2	16,3
0,9	20,3	17,3
1	21,4	18,2
1,1	22,5	19,1
1,2	23,5	20,0
1,3	24,4	20,8
1,4	25,4	21,6
1,5	26,3	22,3
1,6	27,1	23,0
1,7	27,9	23,8
1,8	28,8	24,4
1,9	29,5	25,1
2	30,3	25,8

5.2. Drenaje transversal

El drenaje transversal busca restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno que se ve interrumpida por el trazado ferroviario.

Puesto que se trata de un proyecto básico, en este apartado sólo se presentarán los aspectos que se deben considerar durante el diseño del drenaje transversal. En primer lugar, cabe notar que el período de retorno considerado para el cálculo de caudales aportados por las diversas cuencas es de 100 años. En lo que refiere al tipo de canalización, se optarán por canalizaciones en forma de marco

de hormigón (2x2) cuando los volúmenes de agua sean elevados. Cuando los volúmenes de agua sean menos importantes, se podrá optar por tubos.

Además, la obra será dimensionada de forma que la velocidad máxima del agua sea inferior a 6 m/s con el fin de evitar erosiones y desgastes excesivos. La velocidad mínima considerada será superior a 1 m/s.

Por último, cabe decir que la pendiente de la conducción será superior a la pendiente crítica para producir la menor sobreelevación posible de la lámina de agua en la entre de la obra.

A partir de la fórmula de Manning antes presentada, se deberá calcular la capacidad hidráulica de la sección en función de cada tramo.

5.3. Drenaje en los túneles

Los túneles y sus dependencia anejas deben disponer de un sistema de drenaje (aguas de infiltración) y de evacuación de vertidos (escorrentía superficial y vertido líquidos de distinta natura) que evite la acumulación de agua en los puntos bajos o en transiciones de peralte. El diseño de los drenajes en túneles se debe llevar acabo siguiendo la IGP-4.4 *Guía para inclusión de medidas de seguridad en los túneles de los proyectos de plataforma*.

No obstante, para dimensionar y diseñar el drenaje de los túneles, se necesitarían los datos de los sondeos del terreno para poder proceder al cálculo correcto de las infiltraciones de agua en los túneles. También se requería conocer con precisión la densidad de grietas en el terreno que atraviesa la línea ferroviaria.

En la sección tipo del túnel se propone disponer los siguientes elementos de drenaje:

- Lámina geotéxtil filtrante en la bóveda del túnel sobre el hormigón proyectado del sostenimiento
- Colector central prefabricado de drenaje de dimensiones 35x30x50 cm en la zona inferior, bajo las vías. El diámetro del tubo drenante se deberá calcular a partir de los datos de los sondeos del terreno, se podrá ser de 400 o 500 mm. Este colector está conectado a través de dos tubos de PVC con las canaletas laterales de hormigón para asegurar la evacuación de las aguas recogidas en su plataforma. Las canaletas laterales tendrán forma de U con un ancho interior de 20 cm y una base de 8 cm.
- Arquetas en el colector central cada 25 metros.
- Arquetas de registro cada 25 o 50 metros, de las que salen unos tubos de diámetro pequeño que conectan con los hastiales del túnel. El objetivo de este elemento es asegurar el drenaje de la impermeabilización instalada entre el sostenimiento y el revestimiento.

El agua recogida a lo largo de todo el trazado irá a parar a los puntos bajos o puntos de pendiente nula del longitudinal, desde donde habrá que desaguarlos.

En los falsos túneles entre pantallas se dispondrán únicamente de tubos de drenaje laterales.

ANEJO 6:

Estudio de alternativas

ANEJO 6: Estudio de alternativas

1.	Introducción	3
2.	Alternativas de trazado	4
2.1.	Alternativa 1	5
2.2.	Alternativa 2	7
2.3.	Alternativa 3	10
3.	Selección de la solución óptima	15
3.1.	Criterios	15
3.2.	Análisis multicriterio.....	16
3.3.	Síntesis del análisis multicriterio	22
4.	La solución adoptada.....	24
4.1.	Estación FGC de Sant Cugat.....	24
4.2.	Salto de carnero	25
4.3.	Tramo inicial en la zona urbana de Sant Cugat	27
4.4.	El pozo de ataque	28
4.5.	Estación FGC de Mundet	28

1. Introducción

En el presente anejo se analizan las diferentes opciones de trazado para el desdoblamiento de la línea de FGC del Vallés. Se estructura en dos capítulos: el estudio de alternativas y la descripción de la alternativa óptima mejorada ('la solución adoptada').

En primer lugar, se plantean las distintas alternativas de trazado y se lleva a cabo un análisis multicriterio para determinar el trazado óptimo. El análisis engloba criterios económicos, sociales y medioambientales y a partir de él se obtiene la alternativa óptima.

En segundo lugar, se presenta la evolución de la alternativa óptima hasta la solución adoptada. En el análisis multicriterio se identifican nuevas posibilidades de trazado que minimizan la expropiación de terrenos y que cumplen con las características geométricas tanto en planta como en alzado. En este sentido, se incorporan algunas mejoras para obtener la solución final. Además, también se abordan detalles relacionados con la ampliación de las Estaciones de Sant Cugat y de Mundet.

A continuación se presentan las distintas alternativas, el análisis multicriterio y la alternativa escogida mejorada.

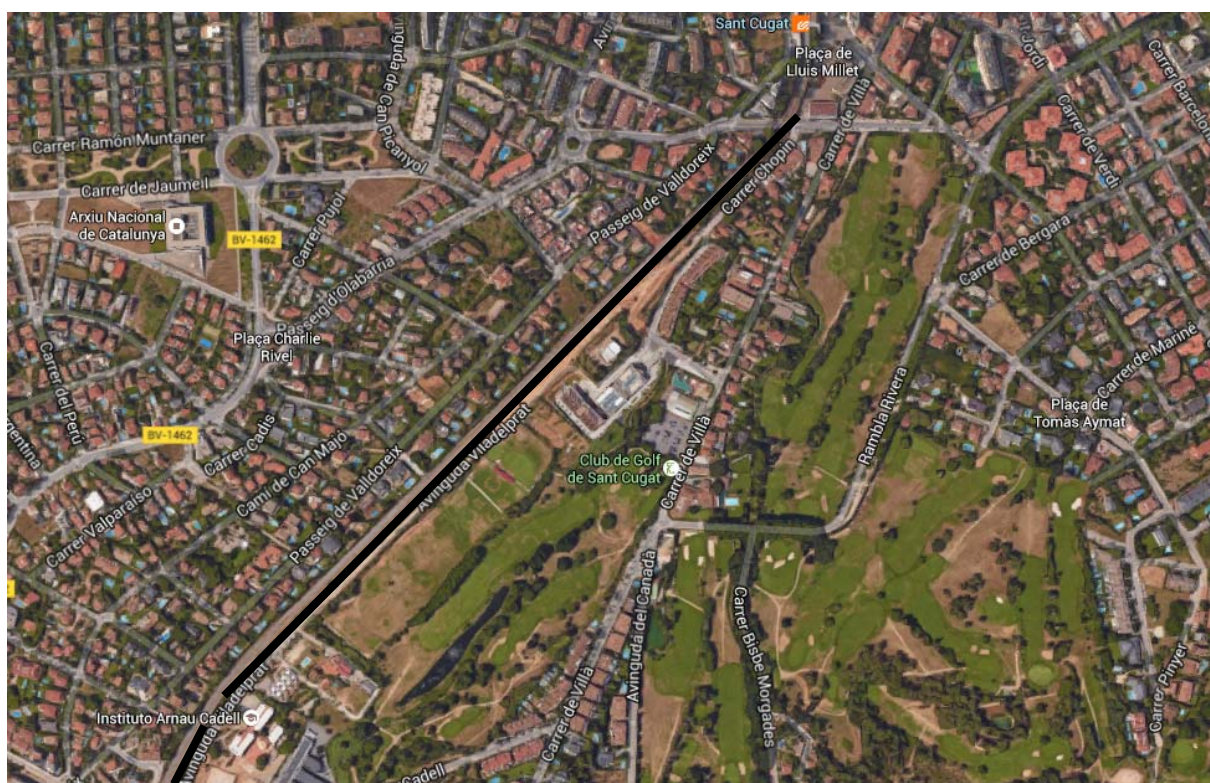
2. Alternativas de trazado

La concepción de las alternativas de trazado tiene como base los elementos siguientes:

- Trazado entre la actual Estación FGC de Sant Cugat hasta la Estación de metro de Mundet. Todas las alternativas conservan la posición actual de ambas estaciones. La opción de construcción de una nueva estación entre las dos actuales no se incluye en el presente proyecto.
- Limitar la expropiación de terrenos
- Minimizar el impacto medioambiental y urbano
- Optimizar el coste económico

Como se observa en la siguiente imagen, la estación de Sant Cugat se encuentra en una zona urbana muy densa, sobre todo al este y al oeste. El trazado más corto entre ambas estaciones debería transcurrir por debajo de la zona residencial situada al este de la estación. La longitud de este trazado sería de alrededor de 6,87 kilómetros (la distancia entre las Estaciones de Sant Cugat y de Mundet). Para minimizar los riesgos, la afectación a la ciudad y evitar expropiaciones, se tiene que rodear la zona. El rodeo consiste en salir de la Estación de Sant Cugat dirección Valldoreix, paralelo al actual trazado de la línea FGC, y girar a la izquierda más adelante.

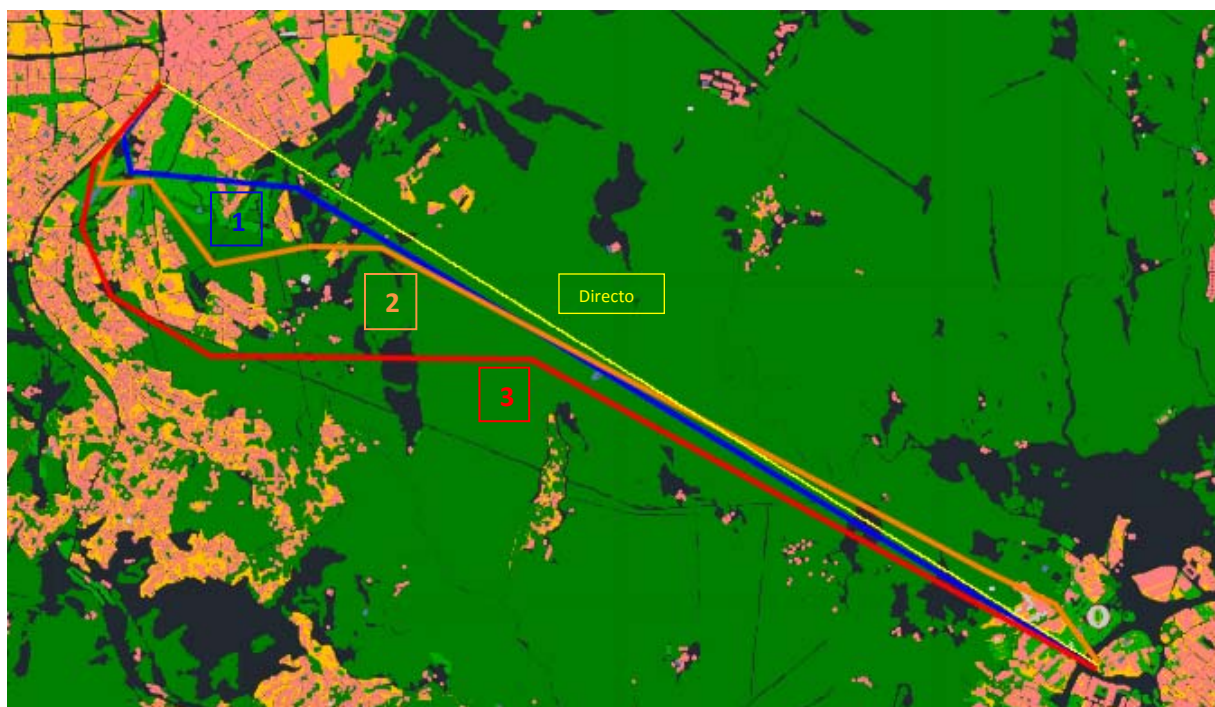
Mapa de situación de la zona de Sant Cugat del Vallés



Fuente : Googlemaps

Se proponen tres alternativas de trazado. La Alternativa 1 (azul) y 2 (naranja) son más cortas que la Alternativa 3 (roja). Las dos primeras alternativas giran a la izquierda (hacia el este) a unos 50 metros de la Estación de Sant Cugat para ir a buscar lo antes posible el camino más corto entre las dos estaciones. En cambio, la Alternativa 3 va en paralelo al trazado de la línea FGC actual durante un tramo más largo y hace un rodeo más grande antes de salir de la zona de viviendas de Sant Cugat dirección Mundet.

Esquema de las alternativas



Fuente: Elaboración propia

Descripción en detalle de las tres alternativas.

2.1. Alternativa 1

La Alternativa 1 discurre de forma paralela al actual trazado ferroviario durante 200 metros. En el punto en que la Calle Chopin gira 90 grados, la Alternativa 1 gira hacia la izquierda y pasa entre el 'Cugat Natura Centre Residencial' y el 'Sant Cugat Plantes' hasta llegar a la Calle de Villà. Esta primera curva sigue a otra, también a la izquierda, pero ligeramente más abierta. La línea cruza la intersección de las calles: Calle de Villà, Avenida de Canada y Paseo Can Mora.

A continuación, cruza en línea recta el Golf de Sant Cugat por su lateral norte para seguidamente pasar por debajo de tres manzanas de viviendas (Turó del Pinyer, Calle Sant Quirze y Calle Pinyer). Las casas en esta zona están bastante distantes, hay zonas verdes y jardines. En este tramo, desde la primera curva a la izquierda hasta pasadas las casas, se construiría un falso túnel de alrededor de un kilómetro que saldría a la superficie a unos 140 metros de altura. Al dejar atrás la zona urbana de Sant Cugat, la alternativa transcurre en recta hasta la llegada a Mundet con tan solo una ligera curva para esquivar el Club de Natación y Can Gordi.



TÍTULO DEL PROYECTO	AUTOR DEL PROYECTO	FIRMA	NOMBRE DEL PLANO	ESCALA	UNIDADES	NÚMERO DE PLANO	HOJA	FECHA
Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo Sant Cugat - Mundet	Pilar López Camacho		Alternativa 1. Zona Sant Cugat	1:4000	Metros	A5	01	Junio 2016

Estructuras

Se sale desde Sant Cugat a cielo abierto hasta después del segundo giro a la izquierda disminuyendo la cota para poder travesar en trinchera el Club de Golf de Sant Cugat por la zona Norte. Se requeriría expropiar el terreno del 'Cugat Natura Centre Residencial'.

En la zona del Golf, el procedimiento constructivo sería excavación de zanja a cielo abierto con la posterior construcción de sección en cajón y recubrimiento. Esto permitiría limitar el impacto sobre el terreno del Club de Golf. Una vez se deja atrás el Golf, la vía férrea se encuentra por debajo de la cota del terreno así pues, alrededor de los 140 m. En este punto, se tendrían que cruzar unas viviendas por debajo pero dada que la distancia entre las fachadas no es suficiente para efectuar el túnel con sección cajón, se considera que se necesitaría expropiar estas viviendas.

A la salida del falso túnel, habría un tramo de un kilómetro en terraplén/desmonte pasando al sur del Club de Natación de Sant Cugat. A continuación, en la zona al sur de Can Gordi, el terreno presenta un valle lo que podría resolverse con un viaducto corto (350 metros). A la salida de este viaducto se encuentra la Sierra de Sant Vicenç y el terreno presenta un fuerte desnivel. Se debería optar por un túnel en mina dado la longitud (unos 700 metros). Este túnel sería en pendiente positiva para salir de nuevo a la superficie a 180 metros de altura. Seguidamente habría una zona de terraplén que enlazaría con un túnel largo (de 3,5 kilómetros) que desemboca en la Estación Mundet.

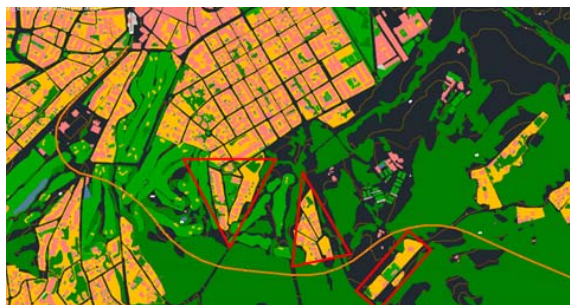
El trazado de esta alternativa es de 7,53 km, limita el rodeo necesario a la salida de Sant Cugat expropiando los terrenos del 'Cugat Natura Centre Residencial' y pasa en túnel por debajo de algunas viviendas. En este tramo, las curvas son muy pronunciadas. En la parte no urbana, construir un viaducto y dos tramos a cielo abierto permite reducir el coste de la obra.

2.2. Alternativa 2

También discurre de forma paralela al actual trazado ferroviario 250 metros. A continuación, se desvía a la izquierda adentrándose en el golf (lado oeste) y atraviesa la intersección de las tres calles: Avenida del Canada, Calle de Villa y Paseo Can Mora (Rambla Rivera). Para evitar pasar por debajo de los edificios, el radio de giro en este punto es forzosamente pequeño.

Al cruzar al otro lado de la Calle de Villa, se abre ligeramente hacia la izquierda y después hacia la derecha. Se busca esquivar los dos triángulos de casas: el triángulo de casas de la Calle Pinger y el de las Calles Pi d'en Xandri y del Passeo Vall de Gausac. También se evita pasar por debajo de las casas marcadas con un rectángulo en la siguiente imagen.

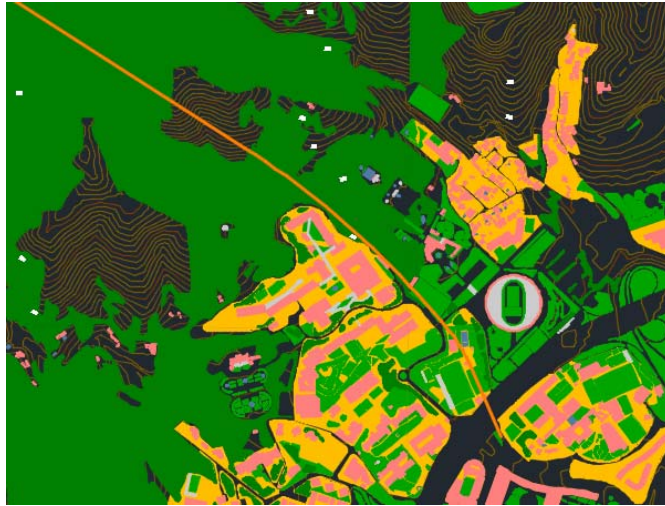
Alternativa 2 – Zoom en la zona urbana de Sant Cugat



Fuente: Elaboración propia

Pasada la zona de Can Gordi, el trazado transcurre en línea recta en dirección Mundet, prácticamente paralelo a la Alternativa 1. No obstante, a diferencia de la Alternativa 1, la Alternativa 2 abre el trazado ligeramente a la derecha a su entrada en la zona urbana de Barcelona para evitar pasar por debajo de las Universidades situadas al norte de la Estación Mundet.

Alternativa 2 - Trazado en la entrada de la zona urbana de Barcelona



Fuente: Elaboración propia



TÍTULO DEL PROYECTO	AUTOR DEL PROYECTO	FIRMA	NOMBRE DEL PLANO	ESCALA	UNIDADES	NÚMERO DE PLANO	HOJA	FECHA
Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo Sant Cugat – Mundet	Pilar López Camacho		Alternativa 2. Zona Sant Cugat	1:4000	Metros	A5	02	Junio 2016

Estructuras

En lo que respeta al trazado en alzado en el tramo urbano de Sant Cugat para la Alternativa 2, se propone que al desviarse del trazado actual de las vías FGC se vaya disminuyendo la cota de la rasante con el objetivo de realizar un falso túnel en la zona del Golf. Seguidamente, se debería contemplar la posibilidad de hacer un túnel en mina puesto hay un primer desmonte importante. Dado el aspecto de bosque, se puede esperar que el suelo en profundidad de esta zona sea de roca dura. Para decidir el método constructivo se necesitaría conocer más en detalle la geotécnica de la zona. La longitud del falso túnel sería de unos 560 metros y la del túnel en mina sería de alrededor de un kilómetro. Además, se podría proyectar un túnel con pendiente suave. Asimismo, el extremo Barcelona del túnel, alrededor del P.K. 21+20.00 m, la rasante se podría encontrar en los 160 metros de altura.

A continuación, se propone un tramo de 600 metros de desmonte/terraplén según el perfil del terreno que sigue por un viaducto dado el desnivel brusco que presenta el terreno. El viaducto planteado tendría 600 metros de longitud y corresponde a un tramo en recta. Este viaducto permite salvar dos valles. En efecto, la cota al final del tramo de desmonte/terraplén se sitúa alrededor de los 160 metros en el P.K: 27+00.00, sin embargo el terreno toma una altura de 135 metros en el P.K: 28+00.00. Después el terreno asciende hasta los 155, para bajar de nuevo hasta los 140. Por esta razón, se propondría construir un viaducto para salvar estos dos desniveles.

Seguidamente, el trazado alcanza la Sierra de la Rabasada con un aumento de la cota del terreno hasta casi los 200 metros. Para atravesar esta sierra, se propondría construir un túnel de unos 650 metros. A continuación, se encuentra el Valle de Gausac, en esta zona se plantearía hacer sección al aire libre (terraplén/desmonte/terraplén).

Alrededor del P.K. 44+00.00, se proyecta el túnel con tuneladora que atraviesa la Sierra de Collserola y lleva hasta la zona urbana de Barcelona.

El trazado de la Alternativa 2 presenta la ventaja de prácticamente no pasar por debajo de edificios ni viviendas. Tiene una longitud de 7,84 kilómetros. Des del punto de vista de la geometría en planta presenta dos o tres curvas de radio pequeño en la zona urbana de Sant Cugat. Además, estas curvas se encuentran seguidas e implican cambios de dirección. Estos factores impactarían en la operatividad y reducirían la velocidad de circulación en esos tramos.

2.3. Alternativa 3

Esta alternativa discurre de forma paralela al actual trazado ferroviario a lo largo de 580 metros y, después gira hacia la izquierda cruzando la zona verde que queda entre Avenida de Viladepnat y Calle de Vila. El trazado iría aumentando ligeramente de cota para poder realizar un paso superior y cruzar perpendicularmente la calle Arnau Cadell.

Seguidamente, el trazado pasaría en túnel por debajo de la calle Montjuic para colarse una zona libre de casas entre las calles 'Eduard Maria Baucells' y 'del Canal de la Mònega'. Durante 1,5 km, el trazado giraría hacia la izquierda hasta salir de Sant Cugat.

Al entrar en la zona de la Cordillera de Collserola, la Alternativa 3 gira abiertamente hacia la derecha y continuará en recta hasta atravesar la Cordillera y llegar a Mundet.



TÍTULO DEL PROYECTO	AUTOR DEL PROYECTO	FIRMA	NOMBRE DEL PLANO	ESCALA	UNIDADES	NÚMERO DE PLANO	HUJA	FECHA
Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo Sant Cugat – Mundet	Pilar López Camacho		Alternativa 3. Zona Sant Cugat	1:4000	Metros	A5	03	Junio 2016

Estructuras

La Alternativa 3 transcurriría a cielo abierto a lo largo del 1,13 km. Al alcanzar la Calle Montjuic, se llega a una zona de casas y además el terreno presenta una fuerte pendiente pasando de 140 a 170 metros de altura en 150 metros. Por ello, se consideraría la posibilidad de realizar un túnel de un poco más de un kilómetro que permita pasar por debajo de las dos manzanas de casas y salvar el fuerte desnivel. El túnel iría en pendiente positiva y giraría hacia la derecha en su parte final (a la altura de Can Trabal). Se debería estudiar qué método constructivo sería el más adecuado para salvar estas casas y este desnivel teniendo en cuenta que se trata de una zona urbana al principio, y que quizás el terreno sea de roca dura en el otro extremo del túnel.

La boca del segundo túnel sentido Barcelona se encontraría en plena Cordillera de Collserola a una cota de 175 metros. El trazado en la salida del túnel es una recta de unos 60 metros que enlazaría con una curva hacia la izquierda. Durante este tramo de recta y curva de alrededor de 1,3 km de longitud, el trazado ferroviario podría ir al aire libre con zonas de terraplén y de desmonte. El trazado iría aumentado de nivel con una ligera pendiente positiva para alcanzar los 190 metros de altura.

A continuación, alrededor del P.K 36+00.00 m, se propone la realización de un viaducto de unos 800-900 metros. Este viaducto permitiría salvar dos fuertes desniveles en los que el terreno desciende a 150 metros. Concretamente este viaducto se situaría entre la Sierra d'en Rell y la Sierra de Sant Vicenç, en el extremo de dirección Mundet.

Después del viaducto, el terreno asciende rápidamente hasta los 250 metros. En la salida del viaducto, se requeriría construir un túnel de unos 400 metros para salvar este monte, la Sierra de la Rabasada.

A la salida de este segundo túnel sentido hacia Barcelona, se podría construir un segundo viaducto de unos 600 metros para salvar el Valle de Gausac. La cota del terreno desciende bruscamente hasta los 160 metros.

Por último, a partir del P.K 55+00.00 m, el trazado alcanza la Sierra Sant Medir y la Sierra de Collserola. El nivel del terreno asciende hasta los 400 metros. A partir de este punto hasta la Estación de Mundet, se propone realizar un túnel con tuneladora, puesto que se atraviesa una zona de roca dura de más de 3 kilómetros.

En resumen, la longitud de trazado es de 8,7 kilómetros. A partir del dibujo de esta alternativa de trazado, se observa que todas las curvas y espirales presentan radios superiores a 400 metros. Desde el punto de vista de trazado en planta, esta alternativa no presenta dificultades, a este nivel de detalle de estudio. Sin embargo, esta alternativa presenta un punto débil. En la salida de Sant Cugat, una vez pasada la zona verde, no existe otra posibilidad que pasar por debajo de algunas casas. En la parte no urbana, construir dos viaductos y un tramo a cielo abierto permite reducir el coste de la obra, pero a la vez el impacto ambiental es mayor que si se realizará un túnel.

3. Selección de la solución óptima

Para el análisis hay que evaluar de forma cuantitativa y cualitativa las diversas características y especificaciones de cada una de las alternativas. Dichas alternativas se evalúan en base a tres criterios mayores de sostenibilidad:

- Impacto ambiental,
- Impacto económico e
- Impacto social

Se toma como referencia el MIVES (Modelo Integrado de Valor para una Evaluación Sostenible). El programa MIVES ha sido desarrollado por la UPC con el fin de poder llevar a cabo evaluaciones según criterios homogéneos y cuantificables que facilitan la toma de decisiones objetivas. Partiendo de dicho modelo, se ha adaptado para el contexto de este proyecto, que se trata de un proyecto de una línea de cercanías que busca aumentar y mejorar la oferta de un servicio de transporte público en el área metropolitana de Barcelona.

3.1. Criterios

A continuación se presentan los parámetros utilizados en el análisis multicriterio para caracterizar los tres criterios mayores. Entre paréntesis se muestra el peso asociado a cada uno de ellos.

Impacto ambiental (30%)

- Contaminación acústica. Se evalúa a partir de los metros de trazado a cielo abierto o de viaducto. Se diferencia entre zona urbana y zona no urbana. (30%)
- Impacto sobre la flora y la fauna (en concreto, en la zona de la Sierra de Collserola). Se evalúa en función de los metros de trazado a cielo abierto o de viaducto que atraviesan zonas de bosques o el Parque Natural de Collserola. (50%)
- Impacto sobre espacios naturales protegidos como es la Sierra de Collserola, en base a los metros de trazado que transcurren el espacio natural (20%)

Impacto económico (45%)

- Coste del trazado, calculado en función de los metros lineales de cada tipo de construcción. Se asigna factor 1 al coste de un metro de trazado a cielo abierto y se establecen factores relativos para las otras estructuras ferroviarias (falso túnel, túnel de mina, túnel TBM o viaducto) (70%)
- Coste de los movimientos de tierras: volumen de tierra desplazada y/o sobrante. En función de la sección tipo (m^2) se calcula los volúmenes de tierra excavados. (10%)
- Coste de las expropiaciones, metros cuadrados de suelo urbano expropiado (20%)

Impacto social (20%)

- Impacto en el paisaje urbano (efecto barrera). Se evalúa los metros de trazado a cielo abierto que atraviesan núcleos urbanos. (60%)
- Afectación al suelo viario durante el proceso de ejecución de las obras, es decir, número de vías cortadas durante las obras ponderado mediante el tipo de vía. (20%)

- Afectación a los habitantes durante el proceso de ejecución de las obras: se calcula a partir del número de viviendas afectadas directamente por el ruido y vibraciones, la contaminación atmosférica, acceso limitado a sus viviendas, etc. (20%)

***Criterio propio* (5%)**

Éste refleja la opinión del autor del proyecto

3.2. Análisis multicriterio

A continuación se presenta el procedimiento de evaluación utilizado para cada criterio.

3.2.1. Contaminación acústica

La contaminación acústica, sobre todo en las zonas urbanas, incide en el nivel de calidad de vida y provoca efectos psicológicos y sociales. Ésta es una de las razones por lo que se recomienda soterrar los ferrocarriles en las zonas urbanas.

La longitud de los tramos a cielo abierto o en viaducto varía en función de la alternativa. Mientras la Alternativa 1 tan solo transcurre 300 metros a cielo abierto en la zona urbana de Sant Cugat, la Alternativa 3 transcurre a lo largo de más de 1 km.

Se considera pues necesario estudiar la contaminación acústica que generaría cada una de las Alternativas. Para ello se propone diferenciar entre:

- Sección a cielo abierto en zona urbana con edificios a 80 metros o menos
- Sección a cielo abierto en zona urbana con edificios a más de 80 metros
- Sección a cielo abierto o viaducto en zona no urbana (en ocurrencia, en el Parque Natural de Collserola)

La tabla siguiente muestra los metros lineales en función del tipo de sección para cada alternativa, también incluye los coeficientes aplicados a cada tipo de sección.

Contaminación acústica		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.
En superficie - zona urbana a 80 m o - de edificios	100	300	30000	600	60000	1130	113000
En superficie - zona urbana a + de 80 m de edificios	50	0	0	0	0	400	20000
En superficie o viaducto - zona no urbana	1	1970	1970	1630	1630	2800	2800
Total			31970		61630		135800

3.2.2. Impacto sobre la flora y la fauna

El impacto sobre la flora y la fauna es más importante en los tramos en superficie (a cielo abierto o en viaducto) o en las zonas donde se da una fuerte alteración del suelo durante la construcción, como es el caso de los falsos túneles.

La construcción de túneles profundos (túneles de mina o túnel TBM) también repercute sobre la flora y la fauna. Este impacto se concentra en las salidas y las entradas de dichos túneles. Por dos motivos se opta por no evaluar el impacto sobre la flora y la fauna de la construcción de los túneles. Por un lado, se trata de un impacto en una zona reducida y en consecuencia complejo de calcular. Por otro lado, las tres alternativas cuentan con un túnel TBM y con uno o dos túneles de mina, por lo tanto no se trata de un elemento de comparación relevante.

El impacto se calcula pues en función de los metros lineales, se asigna un factor de impacto 1 al metro lineal en superficie en zona urbana y se establece los coeficientes relativos siguientes:

- Tramos que transcurren en el Parque Natural d Collserola: 1,3
- Tramos en falsos túnel: 0,4
- Viaductos: 1

La tabla siguiente muestra los metros lineales según la sección para las diversas alternativas, también se presentan el resultado con el coeficiente aplicado.

Impacto sobre fauna y flora		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.
A cielo abierto							
en zona urbana	1	300	300	600	600	1130	1130
en el Parque de Collserola	1,3	1620	2106	1030	1339	1300	1690
Falso túnel	0,4	1080	432	560	224	0	0
Viaducto	1	350	350	600	600	1500	1500
Total		3350	3188	2790	2763	3930	4320

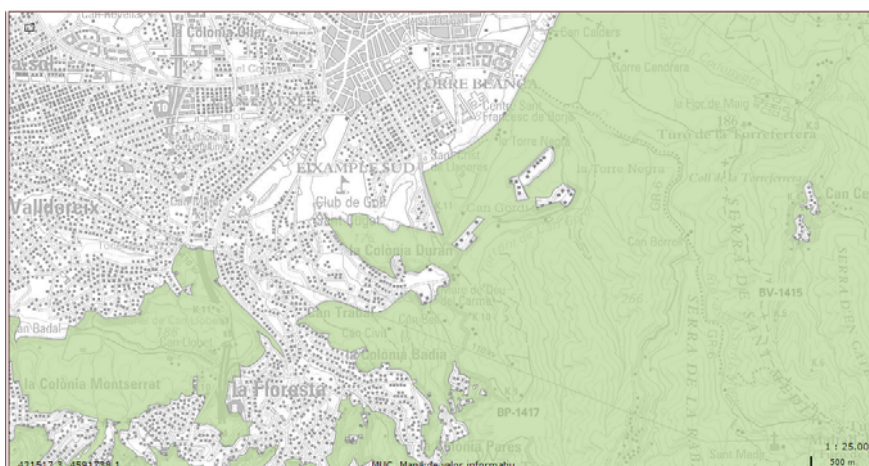
En el Anejo de Estudio de Impacto Ambiental se evalúa este impacto de manera independiente, por un lado el impacto sobre la flora y por otro sobre la fauna. En este apartado, se ha sintetizado la evaluación que se plantea en el Estudio de Impacto Ambiental.

3.2.3. Impacto sobre espacios naturales de protección especial

El proyecto tiene la particularidad de cruzar transversalmente el Parque Natural de la Sierra de Collserola, un espacio natural de protección especial que forma parte del Plan de Espacios de Interés Natural y de la Red Natura 2000

La construcción de nuevas infraestructuras de transportes en espacio natural de protección especial requiere que su trazado se justifique consecuentemente. Dado el marco geográfico de este proyecto, se considera que se debe integrar esta especificidad en el estudio de alternativas. En este sentido, se busca mostrar cuánto impacta el trazado al hábitat y medio ambiente del Parque. Por ello se evalúan los metros lineales de trazado que transcurren en el espacio protegido y se aplica un coeficiente de mayoración en función de la estructura, asignando 1 al metro lineal de trazado en túnel dentro del espacio protegido.

Espacio Natural de Protección Especial en el límite del Municipio de Sant Cugat



Fuente: Mapa urbanístico de Cataluña

La tabla siguiente muestra los metros lineales en función de la sección para cada tipo de alternativa, también el resultado con los coeficientes aplicados.

Impacto en Espacio Natural de Protección Especial		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long*Coef.
A cielo abierto	6	1620	9720	1030	6180	1300	7800
Falso túnel	2	0	0	560	1120	0	0
Túnel de mina	1	700	700	1610	1610	1370	1370
Túnel TBM	1	2630	2630	2592	2592	2350	2350
Viaducto	4	350	1400	600	2400	900	3600
Total		5300	14450	6392	13902	5920	15120

3.2.4. Coste del trazado

Se asigna factor 1 al coste de un metro de trazado a cielo abierto, para los tramos en terraplén o en desmante. Los factores utilizados para comparar el coste de un metro de trazado en túnel o viaducto respecto al coste de un metro en cielo abierto son:

- Túnel artificial o falso túnel: 2
Túneles excavados a cielo abierto, trinchera.
- Túnel de mina: 4
Túneles excavados directamente sobre el macizo rocoso del obstáculo másico a franquear
- Túnel TBM (Tunelling Boring Machines): 6
Excavación mecánica con tuneladoras
- Viaducto: 2,5
Obra civil que permite salvar valles

De este modo, la tabla siguiente muestra los metros lineales del trazado en función del método de construcción y los coeficientes utilizados para el cálculo del coste de la obra.

Coste del trazado		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	Coef.	Long (m)	Long*Coef.	Long (m)	Long* Coef.	Long (m)	Long* Coef.
A cielo abierto	1	1920	1920	1630	1630	2430	2430
Falso túnel	2	1080	2160	560	1120	0	0
Túnel de mina	4	700	2800	1610	6440	1570	6280
Túnel TBM	6	3480	20880	3442	20652	3200	19200
Viaducto	2,5	350	875	600	1500	900	2250
Total		7530	28635	7842	31342	8100	30160

3.2.5. Coste del movimiento de tierras

De antemano, se sabe que esta obra ferroviaria conlleva un sobrante de tierras que deberá ser transportado hasta canteras o depósitos controlados. Por ello, es importante evaluar el coste del movimiento de tierras excavadas en función de la sección tipo de cada estructura. En este sentido, se establece que la sección del falso túnel es de 55 m², la del túnel de mina o de TBM es de 65 m².

Además, se supone que los tramos en desmonte generan un tercio, de tierras sobrante, de los generados por túnel.

No obstante, como los tramos en terraplén para las tres alternativas propuestas representan menos del 5% del trazado total, no se calculan los volúmenes de tierra necesarios para el relleno del terraplén y, por lo tanto, tampoco el coste del movimiento de estas tierras. También se requieren tierras para restablecer el suelo en los tramos de falso túnel. Se optará por reutilizar las tierras sobrantes siempre que las características de estas tierras lo permitan. El volumen de las tierras necesarias para restablecer el suelo en los tramos en falso túnel no se calcula puesto que no se disponen de los datos necesarios para saber si se podrán reutilizar las tierras excavadas. Se considera más oportuno no realizar dicho cálculo.

De este modo, la tabla siguiente muestra los metros lineales del trazado en función de las secciones de excavación utilizadas para el cálculo del coste de la obra.

Movimiento de tierras		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	m2	Long (m)	Volumen	Long (m)	Volumen	Long (m)	Volumen
Desmonte	22	1320	28600	1180	25567	2030	43983
Falso túnel	55	1080	59400	560	30800	0	0
Túnel de mina	65	700	45500	1610	104650	1570	102050
Túnel TBM	65	3480	226200	3442	223730	3200	208000
Total			359700		384747		354033

3.2.6. Expropiaciones

En este apartado, se pretende hacer una estimación del coste de las expropiaciones definitivas para cada alternativa.

Se expropia el pleno dominio de las superficies que ocupen la explanación de la línea férrea, sus elementos funcionales e instalaciones permanentes, así como los elementos y obras anexas o

complementarias en el futuro Proyecto Constructivo que coincidan con la rasante del terreno o sobresalgan de él.

En general, se sitúa la línea de expropiación como mínimo a 8 metros de la arista exterior de la explanación. Si se trata de un viaducto, según se indica en la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario, la arista exterior de la explanación se considera la proyección en vertical del borde de las obras.

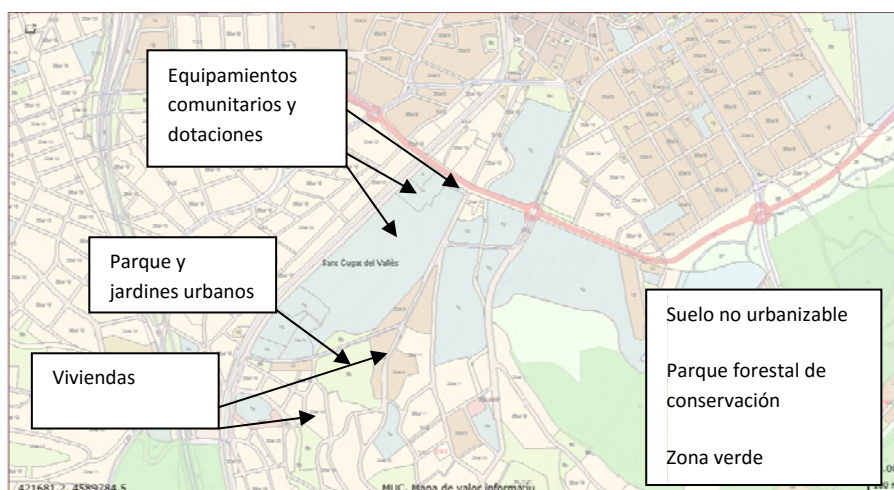
Para conocer el valor de las expropiaciones, se calculan las áreas que requieren ser expropiadas y se identifica su valor. La valoración del suelo depende de su naturaleza según Suelo No Urbanizable, Suelo Urbanizable o Suelo Urbano. Cabe notar que no se lleva a cabo la valoración económica del Suelo Público puesto que no se realizan indemnizaciones de este tipo de suelo.

La valoración de las parcelas en función del tipo de suelo se ha hecho en base a valoraciones hechas en proyectos recientes en el ámbito de estudio. A partir de éstas se ha confeccionado la siguiente tabla.

Suelo urbano consolidado	
Viviendas	100 €/m ²
Equipamientos	100 €/m ²
Zonas verdes (parques y jardines urbanos)	50 €/m ²
Suelo no urbanizable - Protegido	6 €/m ²

Fuente: Elaboración propia

A partir del mapa urbanístico de Cataluña se ha identificado el tipo de suelo que se requeriría expropiar según la alternativa.



Fuente: Mapa urbanístico de Cataluña

La tabla a continuación muestra las superficies que deberían ser expropiadas en función del tipo de suelo para cada alternativa, a partir de éstas se calcula el valor de expropiación.

Expropiaciones			Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		€/m ²	Sup (m ²)	Sup*Coef.	Sup (m ²)	Sup*Coef.	Sup (m ²)	Sup*Coef.
Suelo urbano consolidado	Viviendas	100	5810	581000	0	0	6400	640000
	Equipamientos	100	3600	360000	5300	530000	12880	1288000
	Zonas verdes	50	0	0	0	0	5600	280000
Suelo no urbanizable - Protegido		6	21000	126000	36040	216240	10800	64800
Total			30410	1 067 000	41340	746 240	35680	2 272 800

3.2.7. Impacto en el paisaje urbano

El efecto barrera es una externalidad de las obras civiles en medios urbanos. La línea FGC St.Cugat-Plaza Cataluña parte actualmente de la Estación de Sant Cugat en superficie, por lo tanto el efecto barrera ya está presente en esta localidad. No obstante, el nuevo trazado ferroviario aumentará este efecto barrera en el tramo que transcurra paralelo al actual trazado, y creará un impacto paisajístico mayor puesto que habrá cuatro vías en lugar de dos. Cuando el nuevo trazado ferroviario se aleja del actual, se creará un efecto barrera nuevo.

En este sentido, se evalúan los metros lineales en superficie en zona urbana para cada alternativa.

Efecto barrera	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Long (m)	Long (m)	Long (m)
Metros lineales en cielo abierto en zona urbana	300	600	1130

3.2.8. Afectación al suelo viario durante las obras

La afectación al suelo viario durante las obras viene dado por el número de calles que se intersectan o que se ocupan para llevar a cabo las obras. Se calcula a partir del número de vías cortadas durante las obras ponderado mediante el tipo de vía (autovía o autopista, calle principal, calle secundaria o de acceso a viviendas).

Afectación al tráfico viario durante las obras		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
Autovía	10	2	20	2	20	2	20
Calle principal	5	2	10	2	10	2	10
Calle secundaria	1	5	5	4	4	7	7
Total			35		34		37

3.2.9. Afectación a los habitantes durante las obras

Los residentes y personas que transitan o residen en los alrededores sufrirán los impactos de las obras de construcción.

No se integra la afectación de las obras en el pozo de ataque previsto en las inmediaciones de la Estación de Mundet, ya que todas las alternativas propuestas plantean el inicio de un túnel TBM desde Mundet. Tampoco se integra los impactos de las viviendas situadas en los primeros 300 metros partiendo desde la Estación de Sant Cugat, ya que durante este tramo las tres alternativas son idénticas.

Se analiza el número de viviendas afectadas por las obras de forma directa, es decir, situadas a menos de 60 metros de donde transcurriría el nuevo trazado en superficie o en falso túnel.

Afectación a los habitantes durante las obras	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Viviendas individuales a menos de 60 m	29	9	48

3.3. Síntesis del análisis multicriterio

A continuación, se muestran los valores asociados a cada sub-criterio y también la puntuación de cada una de las alternativas consideradas.

				Nota			Nota ponderada		
Criterios		Peso (%)		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ambiental	Contaminación acústica	30%	30%	10	7,4	1	0,9	0,7	0,1
	Impacto sobre fauna y flora		50%	7,5	10	1	1,1	1,5	0,2
	Impacto en Espacio Natural de Protección Especial		20%	6	10	1	0,4	0,6	0,1
Económico	Coste del trazado	45%	70%	10	1	4,9	3,2	0,3	1,6
	Movimiento de tierras		10%	8,3	1	10	0,4	0,0	0,5
	Expropiaciones		20%	8,1	10	1	0,7	0,9	0,1
Social	Efecto barrera	20%	60%	10	6,7	1	1,2	0,8	0,1
	Afectación al tráfico viario durante las obras		20%	7	10	1	0,3	0,4	0,0
	Afectación a los habitantes durante las obras		20%	5,4	10	1	0,22	0,40	0,04
Criterio propio		5%		8	7	5	0,4	0,3	0,3
Total		100%					8,7	5,9	2,8

4. La solución adoptada

A raíz del estudio de Alternativas, se obtiene que la Alternativa 1 es la óptima. Se procede pues a definir con más precisión el trazado de dicha alternativa (en perfil y en alzado) a la vez que se incorporan elementos de mejora.

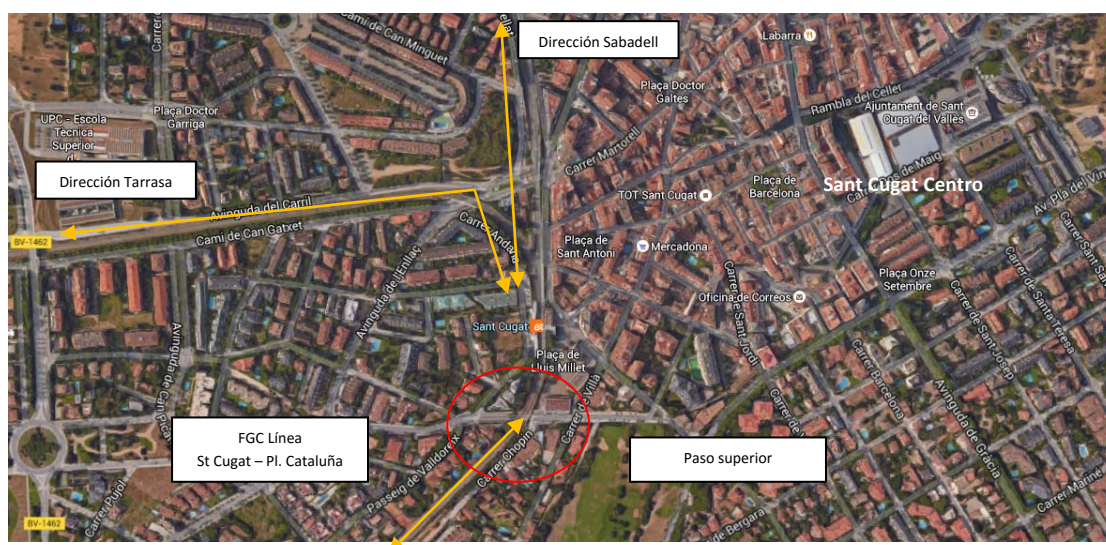
En particular, se incorporan y se adaptan los siguientes elementos del trazado de la Alternativa 1 para llegar a la solución adoptada:

- La salida desde la Estación de Sant Cugat. No obstante, no se define la ampliación de dicha estación
- El salto de carnero.
- El tramo inicial en la zona urbana de Sant Cugat. Se adapta el trazado para evitar la expropiación de terrenos y no pasar por debajo de viviendas.
- El pozo de ataque para la tuneladora
- La estación FGC de Mundet

4.1. Estación FGC de Sant Cugat

A raíz del desdoblamiento de la línea, serán cuatro el número de vías que lleguen hasta la Estación de Sant Cugat (dos dirección Plaza Cataluña y dos dirección Mundet). Para evitar el cruce a nivel de las vías, se plantea una bifurcación tipo 'salto de carnero' al sur de la Estación de Sant Cugat (explicada en el próximo apartado). Sin embargo, si no se crean dos vías más en la actual estación, no se soluciona el problema que ha motivado el desdoblamiento. La frecuencia de trenes en la Estación es ya la máxima posible. A pesar del desdoblamiento, no se podría aumentar la oferta de servicio entre el Vallés y Barcelona. Por esta razón, se deberá ampliar la estación de Sant Cugat y crear dos vías más. Se podrán crear andenes comunes que permitan una correspondencia más rápida y confortable.

Estación FGC de Sant Cugat



Fuente: Googlemaps

Por lo tanto, se establece que de la estación de Sant Cugat salen cuatro vías (dos por sentido). Esto supone ensanchar el paso superior que cruza la Calle dels Safareigs, situado inmediatamente al sur de la estación.

El trazado del presente proyecto empieza pasado el paso superior de la Calle dels Safareigs.

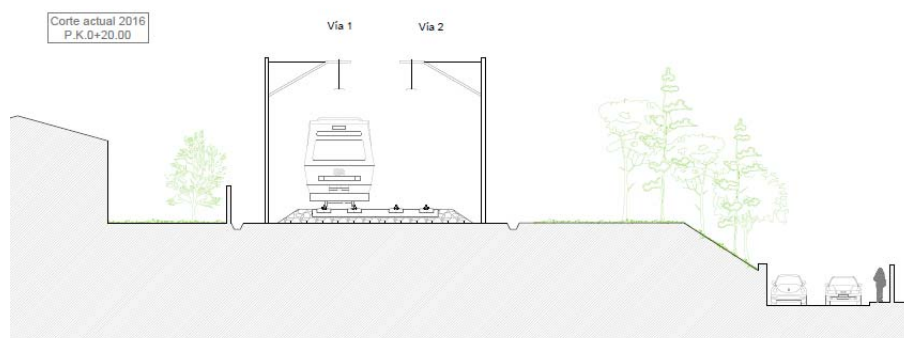
4.2. Salto de carnero

Con el objetivo de evitar el cruce a nivel de las vías se propone realizar un salto de carnero al sur de la Estación de Sant Cugat. Para explicar el diseño del salto de carnero se muestran los siguientes esquemas y cortes.

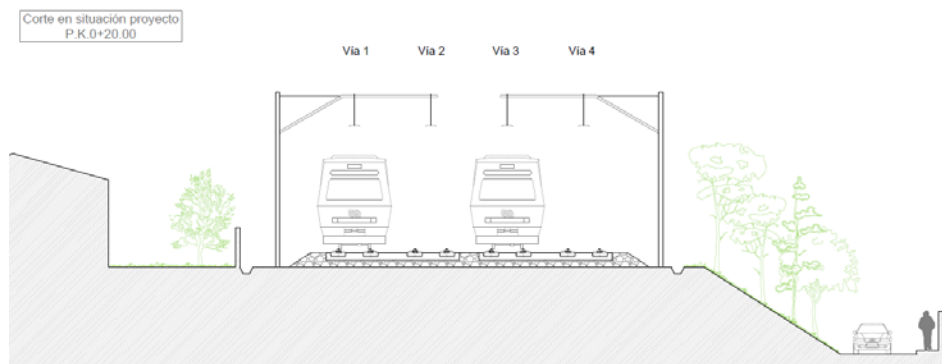
En primer lugar, se presentan las 4 vías y los cortes en situación actual y en situación proyecto:

- Vía 1: actual trazado entre St Cugat – Plz.Cataluña. Esta vía corresponderá el trazado entre St Cugat – Mundet, cuando se realice el desdoblamiento.
- Vía 2: actual trazado entre Plz.Cataluña y Sant Cugat. Después del desdoblamiento, se mantiene la dirección, sin embargo se creará una unión (tramo en rojo) para enlazar con el trazado de la actual vía 1.
- Vía 3: nueva vía entre St. Cugat y Plz.Cataluña, se deberá construir el tramo inicial que más adelante se enlaza (tramo rojo) con la vía 2
- Vía 4 : nueva vía entre Mundet y St Cugat

Situación actual



Situación proyecto

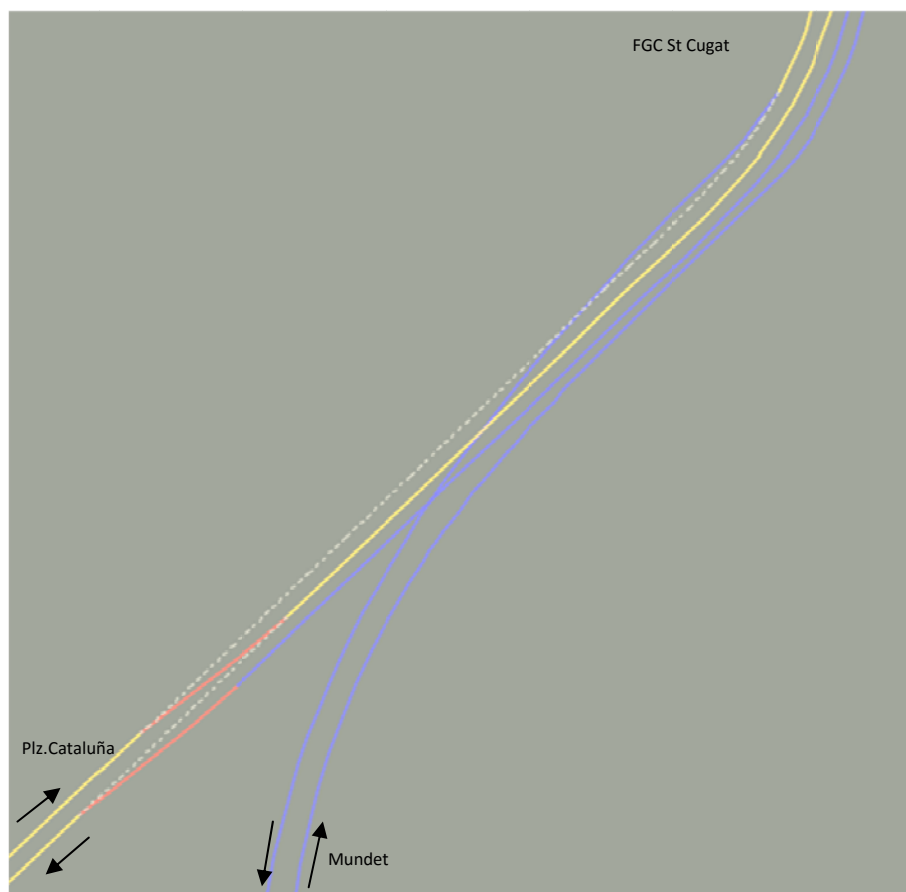


Fuente: Elaboración propia

Como muestran los cortes anteriores, se deberá reducir la anchura de la calle (por ejemplo eliminando el estacionamiento) para conseguir espacio para las vías 3 y 4.

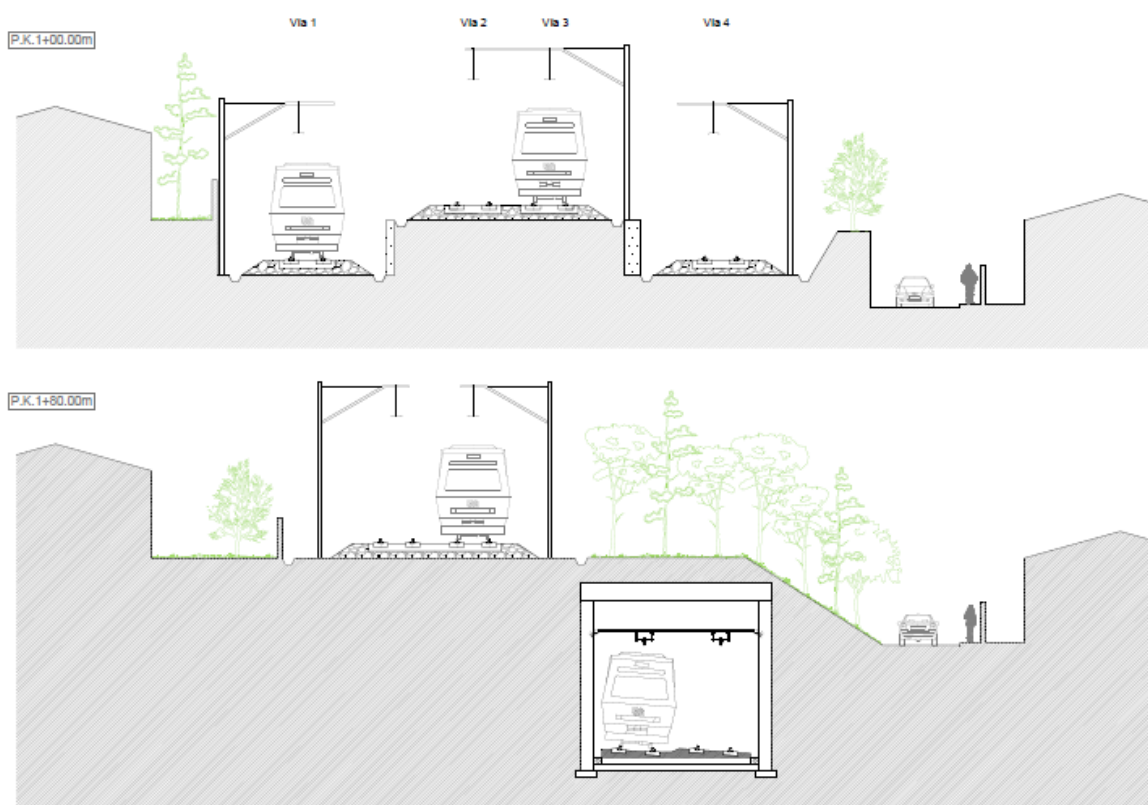
El siguiente esquema representa en amarillo las vías existentes, en azul las vías que se deben construir y en rojo los nuevos enlaces de vía:

Esquema del salto de carnero en planta



Fuente: Elaboración propia

De modo que el salto de carnero consiste en que la Vía 1 pase por debajo de las vías 2 y 3. La vía 1 va a buscarla vía 4 par a girar a la izquierda y colocarse en paralelo a ésta hasta Mundet. En los primeros 150 metros desde la Estación de Sant Cugat, el trazado de las vías 1 y 4 disminuye de cota para que la Vía 1 pueda pasar bajo las vías 2 y 3.

Cortes en situación proyecto*Fuente: Elaboración propia*

La vía 1 pasa por debajo de la vía 2 y 3 en falso túnel entre pantallas. Este túnel se une con el otro falso túnel de la vía 2, que gira a la izquierda (dirección Mundet) para alejarse del trazado actual de la línea St Cugat –Plz. Cataluña.

4.3. Tramo inicial en la zona urbana de Sant Cugat

La Alternativa 1 presenta dos puntos críticos en el tramo de la zona urbana de Sant Cugat: la expropiación del ‘Cugat Natura Center’ y pasar en túnel por debajo de una zona de viviendas después del Golf de Sant Cugat. Se propone una solución para cada caso.

En lo que se refiere a la expropiación, se visitó la zona y se ha comprobado que hay suficiente espacio entre el edificio 1 y 2 (en los mapas de ICC, la superficie de la planta del edificio 1 es mayor su superficie construida). En otras palabras, el límite real construido es menor que la planta de los mapas IIC. De modo que se puede realizar un falso túnel en la Calle Chopin y pasar entre el edificio 1 y 2 sin riesgo de afectar a las edificaciones.

Calle Chopin, Sant Cugat



Fuente: Googlemaps

El trazado de la Alternativa 1 transcurre por el lateral norte del campo de Golf y pasa por debajo de las viviendas situadas en la zona más alta del campo. La solución adoptada pasa por el lateral sur del campo de Golf y así rodea la zona de casas.

En el Documento 2 del presente proyecto se muestra el trazado de la solución adoptada en planta y en perfil.

4.4. El pozo de ataque

La solución adoptada cuenta con un túnel de más de 3,5 km que atraviesa la Cordillera de Collserola que se deberá ejecutar con una tuneladora. A este fin, se requiere identificar la zona donde se instalará el pozo de ataque y las instalaciones de obras con tuneladora, puesto que se necesita una superficie de dimensiones considerables (de unos 40 m de longitud, 15 m de anchura y 20 m de profundidad).

La función de los pozos de ataque es alojar el equipo de empuje de la hincia y la tuneladora y deben situarse en espacios libres. El pozo se plantea ubicarlo en el espacio sin edificaciones situado al sur-este de la estación de metro. Para las instalaciones de las obras, se pueden ocupar temporalmente el parking de la Avenida de Can Marcet y los Jardines de Marià Cañardo Lacasta. El pozo de ataque podrá ejecutarse mediante muro de pantalla.

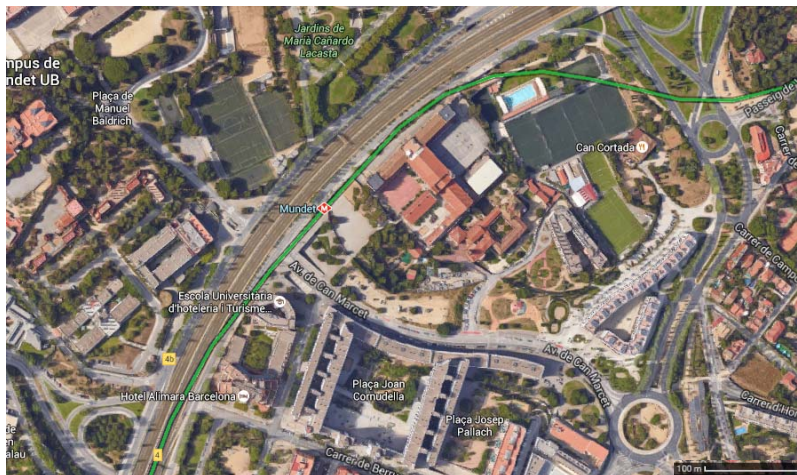
El emplazamiento del pozo de ataque y de las instalaciones de obra se presenta en el Documento 2 Planos del presente proyecto.

4.5. Estación FGC de Mundet

La actual estación de metro se encuentra en el cruce de la Avenida de Can Marcet con el Paseo de la Vall d'Hebron, apenas 20 metros de la Ronda de Dalt (B-20). Teniendo en cuenta el espacio disponible y que la línea ferroviaria Sant Cugat – Mundet se prolongará hacia el centro de Barcelona,

el espacio al sur-este de la estación de metro es idóneo para la construcción de la Estación FGC de Mundet. Se propone pues que el pozo de ataque sirva después para la construcción de la futura estación FGC de Mundet.

Localización de la Estación Mundet



Fuente: Googlemaps

De lo anterior se deduce que el trazado debe pasar al menos 20 metros por debajo de la Ronda de Dalt y también por debajo de la línea 3 de metro. La cota de la boca de metro de la Estación de Mundet es de 135 metros. Se considera que el metro pasa alrededor de 12 metros por debajo de cota para las instalaciones de las obras

La Estación FGC de Mundet se presenta en alzado y planta en el Documento 2 Planos del presente proyecto.

ANEJO 7:

Trazado

ANEJO 7: Trazado

1.	Introducción	3
2.	Normativa consultada	3
3.	Software utilizado.....	3
4.	Parámetros de carácter general	3
5.	Trazado en planta	4
5.1.	Entrevía.....	4
5.2.	Ancho de vía	4
5.3.	Anchura de la plataforma.....	4
5.4.	Anchura del hombro lateral de la banqueta de balasto.....	4
5.5.	Pendiente de la banqueta del balasto.....	4
5.6.	Peralte máximo	4
5.7.	Radio mínimo de curva en planta.....	4
5.8.	Máxima insuficiencia de peralte	5
5.9.	Exceso de peralte máximo	5
5.10.	Longitud mínima de la curva de transición	5
5.11.	Longitud mínima entre curvas.....	6
5.12.	Pendiente máxima del diagrama de peraltes.....	6
5.13.	Variación máxima de la insuficiencia de peralte	6
5.14.	Variación máxima de la aceleración sin compensar	7
5.15.	Sección de túnel	7
6.	Trazado en alzado.....	8
6.1.	Rampa vertical máxima	8
6.2.	Radio de curvatura de los acuerdos verticales.....	8
6.3.	Longitud mínima de la curva de transición vertical	8
6.4.	Distancia mínima con pendiente constante entre acuerdos verticales	8
7.	Parámetros del trazado	9
7.1.	Trazado en planta.....	9
7.2.	Trazado en perfil.....	9

1. Introducción

En el presente anejo se detallan los cálculos necesarios para obtener las características y condiciones geométricas del trazado. También, se presenta en detalle el trazado de la alternativa escogida, a este efecto, se define el trazado en planta y alzado de dicha.

2. Normativa consultada

Para la edición del anejo se ha seguido la normativa NAV 0-2-0.0, GEOMETRIA DE LA VÍA, PARÁMETROS GEOMÉTRICOS, concretamente el apartado que hace referencia a PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN NUEVAS LÍNEAS Y DESDOBLAMIENTO DE ACTUALES CON MODIFICACIÓN DEL TRAZADO. También se ha recurrido a la normativa de trazado de INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE PLATAFORMA recogidas en la IGP-2011, capítulo IGP-3 Instrucciones y Recomendaciones sobre trazado.

Cabe lugar destacar que la norma NAV 0-2-0.0 carece de valores de referencia para velocidades inferiores a 140 km/h, lo que ha hecho necesario el uso del manual de INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS del catedrático del a UPC Andrés López Pita para obtener valores orientativos. Además, también se ha consultado la ficha UIC 703R de la Unión Internacional de Ferrocarriles para tomar valores de referencia, que presenta valores para líneas de ferrocarril comprendidas entre los 80 km/h y los 120 km/h.

3. Software utilizado

El software utilizado ha sido AutoCad Civil 3D, versión 2015, que permite la ejecución de trazados ferroviarios.

4. Parámetros de carácter general

Los datos de diseño considerados son:

- Velocidad máxima : 90 km/h (circulación de trenes de viajeros)
- Sin velocidad de diseño para la circulación de mercancías. El tramo considerado no tendrá circulación de trenes de mercancías. Por ello, no se tendrán en cuenta los cálculos de mercancías para la circulación habitual de trenes de éste tipo.

5. Trazado en planta

Con carácter normativa se deben definir los siguientes parámetros del trazado en planta

5.1. Entrevía

La distancia mínima entre ejes de vía para la velocidad de diseño será de 3,5 m.

5.2. Ancho de vía

El ancho de vía considerado es el ancho internacional de 1,435 m.

5.3. Anchura de la plataforma

La anchura de la plataforma será de cómo mínimo 12 m.

La normativa fija como anchura mínima de la plataforma en túnel para una velocidad de diseño de 140 km/h a 10 m.

5.4. Anchura del hombro lateral de la banqueta de balasto

La anchura del hombro lateral de la banqueta del balasto será de 1 m.

5.5. Pendiente de la banqueta del balasto

La pendiente de la banqueta del balasto será de 3H:2V.

5.6. Peralte máximo

La normativa limita el peralte máximo a 160 mm para dotar de estabilidad a la vía y evitar excesos de peralte demasiado elevados en casa de circular a velocidades inferiores a la de diseño.

5.7. Radio mínimo de curva en planta

El radio mínimo de curva en planta depende del peralte y de la velocidad del tramo. En consecuencia la limitación de dicho radio es diferente según el tramo considerado del proyecto. Para ello se recorre a la siguiente fórmula:

$$Asc = \frac{V^2}{12,96 \cdot R} - \frac{H}{177} \leq Asc_{m\acute{a}x} = 0,65$$

Donde:

- Asc es la aceleración sin compensar (m/s^2)
- H es el peralte en cada punto de la curva (mm)
- R es el radio de curva en planta (m)
- V es la velocidad de diseño (km/h)

Considerando el máximo peralte – que permite minimizar las dimensiones de las curvas – y considerando la aceleración centrípeta sin compensar máxima de $0,65 m/s^2$. Se llega a:

Velocidad (km/h)	Radio mínimo (m)	Radio usado (m)
90	402,2	406
85	358,8	360
70	243,3	245

En general, el radio mínimo se tomará de 410 m para tener un factor de seguridad

5.8. Máxima insuficiencia de peralte

La insuficiencia de peralte es la diferencia entre el peralte ideal necesario para compensar la totalidad de la aceleración centrípeta y el peralte real en la curva.

Éste se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$Hi = 13,7 \cdot \frac{V^2}{R} - H \leq Hi_{m\acute{a}x} = 115$$

Donde la insuficiencia de peralte, Hi , se mide en mm.

Se obtiene un Hi de 110 mm inferior a 115. En el manual de Andrés López Pita, un valor de I en el entorno de 115 mm corresponde al valor deducido a partir de diversas premisas sobre la calidad geométrica de la vía.

5.9. Exceso de peralte máximo

El exceso de peralte tiene en consideración el efecto que tiene el peralte sobre los trenes de mercancías que circulan a menor velocidad y que provocan un mayor desgaste de los carriles interiores en las curvas. En el marco de este proyecto, no se tiene previsto un tráfico regular de mercancías, puesto que actualmente ellas ya circulan por la actual línea del Vallés. Además, cabe notar que la velocidad máxima de los trenes de pasajeros de FGC de la línea del Vallés es de 90 km/h, valor que cercano a la velocidad de los trenes de mercancía

No obstante, se procede al cálculo de dicho exceso a partir de la siguiente expresión:

$$He = H - 13,7 \cdot \frac{V^2}{R} \leq He_{m\acute{a}x}$$

Tomando una V de 80 km/h, se obtiene He de valor de 54 mm. En el manual del catedrático Andrés López Pita, se expone que la experiencia práctica ha permitido acotar el valor de $He_{m\acute{a}x}$ entre 30 y 90 mm. Además, conforma a la normativa IGP-2011, se tiene que el exceso de peralte máximo para velocidad de diseño inferior a 140 km/h debe ser de 80 mm.

5.10. Longitud mínima de la curva de transición

La longitud mínima de las clotoides viene limitada por tres factores distintos

- A) Limitación de la velocidad de subida de la rueda a lo largo de la curva de transición
Esta velocidad de subida debe ser menor a un valor determinado para evitar el descarrilo. En el caso del ferrocarril convencional se recomienda que sea inferior a 8 km/h. Esto permite deducir la fórmula:

$$L \geq 8 \cdot V \cdot h \text{ donde } L \text{ en m, } V \text{ en km/h u } h \text{ en m}$$

Se obtiene que L debe ser mayor de 115,2m.

- B) Limitación de la rampa del peralte

La rampa debe generar una variación del desnivel entre los dos raíles inferior a la pestaña de la rueda. En consecuencia, se obtiene que:

$$L \geq h \cdot d / \Delta h$$

Siendo:

h el peralte

Δh la variación del peralte, éste debe ser inferior a la altura de la rueda (25 mm)

d el empate del bogie, este parámetro toma un valor de 2 a 3 m

Se obtiene un valor de L de 12,8 m.

C) Limitación de la variación de la aceleración centrífuga sin compensar

Si exigimos que la variación se enmarque dentro de la clasificación de variación “buena” (variación de la aceleración sin compensar de $0,45 \text{ m/s}^2$) se aplica la siguiente fórmula

$$L \geq \frac{V^3}{0,45 \cdot R}$$

Siendo:

V la velocidad en km/h

R el radio en m

Se obtiene que L debe ser mayor de 85 m.

Por lo tanto se obtiene que para la velocidad de diseño de 90 km/h, La longitud mínima de las clotoides de transición es de 115,2 m.

Para los tramos de velocidad máxima a 70 km/h, la longitud mínima de las clotoides de transición es de 89,6 m.

5.11. Longitud mínima entre curvas

Se han calculado el radio mínimo y la longitud mínima de las curvas de transición, las clotoides. También se requiere establecer la longitud mínima de las rectas entre curvas.

	Expresión		V=90 km/h		V=70km/h	
	Normal	Excepción	Normal	Excepción	Normal	Excepción
Recta entre curvas de igual signo de curvatura	$>V/3$	$>V/4$	30 m	22,5m	23,3m	17,5m
Recta entre curvas de distinto signo de curvatura (puede ser 0)	$>V/3$	$>V/4$	30 m	22,5m	23,3m	17,5m

5.12. Pendiente máxima del diagrama de peraltes

La variación del peralte a lo largo de las curvas de transición en planta debe ser lineal.

Conforme a la normativa, la máxima pendiente del diagrama de peralte para una velocidad máxima de diseño inferior a 140 km/h es no puede superar el valor de 0,8 mm/m (2,0 mm/m excepcional).

5.13. Variación máxima de la insuficiencia de peralte

Según la UIC, el valor normal de la variación de la insuficiencia de peralte debería ser 25 mm/s, aunque se permite hasta 70 mm/s como máximo y 90 mm/s en casos excepcionales.

5.14. Variación máxima de la aceleración sin compensar

La variación máxima de la aceleración sin compensar para una velocidad inferior a 140 km/h debe ser de $0,20 \text{ m/s}^2$, excepcionalmente se permite $0,36 \text{ m/s}^2$.

5.15. Sección de túnel

La sección del túnel dependerá de la longitud del túnel y de la velocidad máxima de circulación en el tramo de ferrocarril donde hay el túnel, puesto que estos son los dos factores que influyen en la velocidad de la variación de la presión en el pasajero.

Conforme a los criterios de confort del usuario y de seguridad, se tiene que para los túneles largos (de más de 100 m) la sección es de al menos 35 m^2 y para los túneles cortos (de menos de 100 m) se tiene una sección de al menos 40 m^2 . Dicho esto, la información detallada del diseño de los túneles se encuentra en el anejo de túneles.

Parámetro	Valor límite (máximo o mínimo)	
	Valor	Unidad
Entrevía	3500	mm
Ancho de vía	1435	mm
Anchura de la plataforma	12	m
Anchura del hombro lateral de la banqueta del balasto	1	m
Pendiente de la banqueta del balasto	3H:2V	
Peralte estándar	160	mm
Radio para la velocidad máxima de diseño	410	m
Aceleración sin compensar	0,65	m/s^2
Insuficiencia de peralte	110	mm
Exceso de peralte	No relevante dada las condiciones de diseño	
Longitud clotoide para la velocidad de diseño máxima	115,2	m
Sección mínima de los túneles cortos	40	m^2
Sección mínima de los túneles largos	35	m^2

6. Trazado en alzado

Los parámetros relativos al trazado en alzado se definen a continuación

6.1. Rampa vertical máxima

La rampa vertical máxima recomendada es de 20 ‰, aunque se pueden tolerar rampas puntuales y extraordinarias de hasta 35 ‰.

6.2. Radio de curvatura de los acuerdos verticales

6.2.1. Aceleración centrífuga sin compensar

La aceleración centrífuga vertical sin compensar limita el radio del acuerdo vertical debido a cuestiones de confort para el usuario. Se recomienda un valor máximo de entre 0,2 m/s² y 0,4 m/s². Se usará un valor de 0,2 m/s² siempre que sea posible.

6.2.2. Radio recomendado de los acuerdos verticales

Tomando una aceleración centrífuga sin compensar de 0,2 m/s², se aplica la siguiente expresión para obtener el radio de los acuerdos verticales:

$$R = \frac{v^2}{\gamma \cdot 12,96}$$

donde:

- V es la velocidad en km/s
- γ es la aceleración centrífuga sin compensar en m/s²

Se obtiene pues que para velocidades de 90 km/h se requieren acuerdos verticales con radios de alrededor de 3 125 m. Para una velocidad de 80 km/h, el radio será de 2 469 m.

6.2.3. Radio mínimo de los acuerdos verticales

Si en lugar de una aceleración centrífuga sin compensar de 0,2 m/s², se aplica una de 0,4 m/s² se obtiene una radio mínimo de 1 563 m para 90 km/h y de 1 235 m para 80 km/h.

6.3. Longitud mínima de la curva de transición vertical

Las curvas de transición circulares verticales no deberán ser menores de 70 m.

6.4. Distancia mínima con pendiente constante entre acuerdos verticales

La distancia mínima con pendiente constante será de 150 m a poder ser y como mínimo de 70 m.

7. Parámetros del trazado

7.1. Trazado en planta

A continuación, se adjunta un cuadro resumen de las características del trazado en planta de la Estación de Sant Cugat hasta la Estación de Mundet. Todos los radios son superiores o igual a 410 m, con excepción de los dos primeros. En el tramo inicial, la velocidad de diseño se ha fijado a 70 km/h, lo que permite curvas de radio menor.

Trazado en planta : FGC Sant Cugat - Mundet					
Nº de curva	Radio	P.K. inicio clotoide	P.K. inicio curva	P.K. final curva	P.K. final clotoide
Recta L=7,227m (P.K. inicio 0+00,00m)					
1	265m	0+07,23m	2+87,23m	3+27,51m	4+22,51m
Recta L=63,900m					
2	325m	4+86,41m	5+81,41m	6+51,93m	12+51,93m
Recta L=331,005m					
3	410m	15+82,93m	16+98,93m	18+37,17m	19+53,17m
Recta L=198,674m					
4	409m	21+51,85m	22+67,85m	25+15,77m	26+31,77m
Recta L=962,313m					
5	4000m	35+94,09m	39+44,09m	39+51,16m	42+51,16m
Recta L=1340,213m					
6	8000m	55+91,37m	58+91,37m	61+51,58m	42+51,16m
Recta L=182,328					
7	4000m	64+49,90m	65+65,90m	74+39,03m	75+55,03m
Recta L=95,703m (P.K. final 76+50,73m)					

7.2. Trazado en perfil

A continuación se adjunta un cuadro resumen de las características del trazado en perfil.

Trazado en alzado : FGC Sant Cugat - Mundet								
Nº	P.K. de VAV	Elevación de VAV	Inclinación T.E.	Inclinación T.S.	Tipo de curva de perfil	Valor de K	Longitud de curva de perfil	Radio de curva
1	0+00.00m	131.080m		-2.91%				
2	4+01.20m	119.386m	-2.91%	1.50%	Cóncavo	72.274	300.000m	7227.365m
3	9+00.00m	126.893m	1.50%	2.61%	Cóncavo	361.766	400.000m	36176.572m
4	19+00.00m	153.000m	2.61%	1.40%	Convexo	327.493	200.000m	32749.304m
5	24+00.00m	160.000m	1.40%	-2.77%	Convexo	75.000	150.000m	7500.000m
6	26+32.07m	153.580m	-2.77%	0.00%				
7	30+55.91m	153.580m	0.00%	0.00%				
8	32+52.87m	153.580m	0.00%	2.12%	Cóncavo	343.028	200.000m	34302.793m
9	38+66.89m	166.580m	2.12%	0.00%	Convexo	257.271	150.000m	25727.095m
10	41+35.42m	166.580m	0.00%	1.41%	Cóncavo	106.157	150.000m	10615.743m
11	52+97.31m	183.000m	1.41%	-3.04%	Convexo	202.136	900.000m	20213.560m
12	76+00.35m	113.000m	-3.04%	0.00%	Cóncavo	23.030	80.000m	2303.040m
13	76+50.73m	113.000m	0.00%					

ANEJO 8:

ESTRUCTURAS

ANEJO 8: ESTRUCTURAS

1.	Viaducto de Sant Vicenç.....	3
1.1.	Características del Viaducto	3
1.2.	Estructuras.....	3
1.3.	Proceso constructivo	5

1. Viaducto de Sant Vicenç

El presente anejo pretende hacer una descripción general del único viaducto del proyecto. No obstante, se ha optado por obviar los cálculos estructurales dado que se trata de un proyecto básico de carácter académico y que consiste en una obra lineal de casi 8 kilómetros. Además, dado que no se dispone de sondeos, los resultados de dichos cálculos podrían no ajustarse a la realidad.

1.1. Características del Viaducto

El Viaducto de Sant Vicenç se sitúa al norte de la Sierra de Sant Vicenç. Este viaducto salva dos pequeños valles donde pasan dos rieras del Torrente de Can Gordi.

Al sur del viaducto se encuentran: La Font de l'Erretà, a unos 350 metros, y la Font de Sant Vicenç, a unos 70 metros. Se necesitarían los datos de los sondeos para conocer a qué nivel del terreno pasan dichas rieras. Las imágenes de la zona no muestran que estas rieras sean superficiales en el tramo del viaducto. Sin embargo, en el perfil longitudinal del viaducto se han dibujado las zonas donde el nivel del agua podría ser superficial o más cercano al nivel del terreno.

En valle al oeste, la diferencia de la cota entre la rasante y el terreno natural máxima es de casi 30 metros. El valle al este es menos pronunciado, la diferencia de cota entre la rasante y el terreno natural máxima es de unos 24,5 metros.

Características del Viaducto:

El viaducto transcurre en recta y la velocidad de este tramo corresponde a la velocidad de proyecto 90 km/h. La plataforma del viaducto es para vía doble en placa. El ancho de la sección transversal se fija en 9 m.

Emplazamiento: P.K. inicial 26+00.00m – P.K. final 31+00.59m

Longitud: 500,59 metros

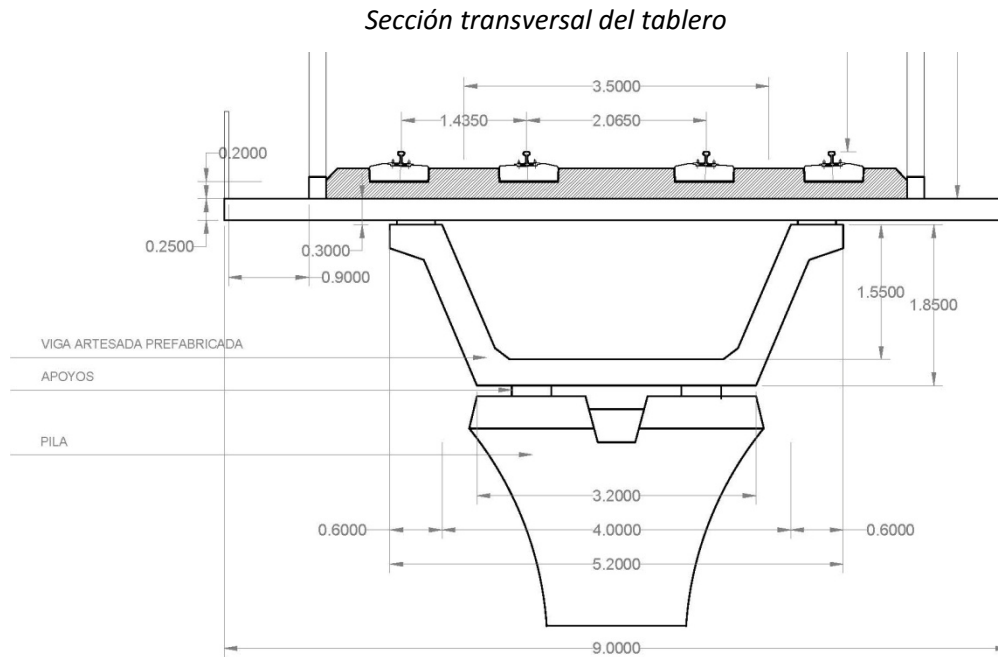
Altura del puente sobre la cota del terreno: 25-30 metros en el valle oeste, 15-24,5 metros en el valle este.

Entre el P.K. 26+30 y P.K.26+70, hay dos caminos de arena de menos de 3 metros de ancho, estos caminos dan acceso a viviendas individuales de la zona.

1.2. Estructuras

A continuación se describe las características del tablero, las pilas y los estribos. Posteriormente, se presentan las principales etapas del proceso constructivo.

Se propone una tipología de estructura prefabricada ejecutada con vigas pretensadas tipo artesa. Sobre estas vigas se dispondrá una losa in situ de 25 cm. Los tableros de vigas artesa están muy extendidos porque presentan dos principales ventajas respecto las vigas de doble T. Las vigas artesas son una solución estructural con mayor rigidez y ofrecen un mejor diseño estético.



Fuente: Elaboración propia (zoom)

La viga artesa está formada por un ala inferior, dos almas y dos alas superiores, cuyas secciones suelen ser delgadas para reducir el volumen de hormigón. Además, el peso de la pieza influye en el coste de transporte y la colocación sobre los apoyos. Cabe destacar que los diferentes fabricantes patentan su geometría de viga artesa, pero en general la geometría es muy similar.

Vista inferior puente de viga artesa



Fuente: Catálogo Pujol

Carga y transporte de viga artesa

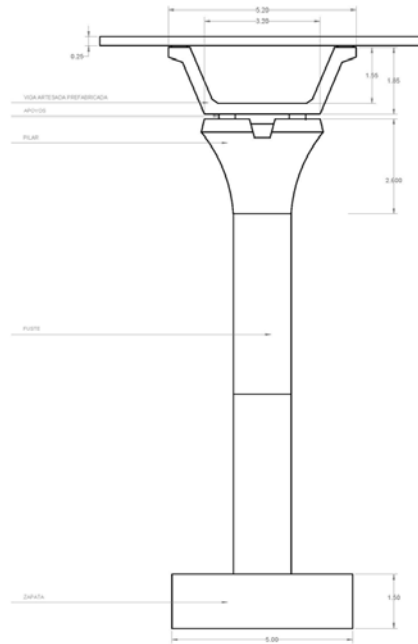


Fuente: Catálogo Pujol

Se podrá disponer prelosas sobre las vigas artesa, cuya función es servir de encofrado a la losa que debe hormigonarse in situ. El espesor y anchura de las prelosas se puede decidir en función de las necesidades del proyecto.

Con relación a las pilas, éstas se dispondrán cada 30 metros. Se podrán usar pilas de hormigón prefabricadas que se adapten al tablero con viga artesa. Como la altura del viaducto es mayor de 10

metros, se podrá recurrir a pilas pórtico formadas por fustes verticales y cabecero superior de unión. Las pilas se apoyarán sobre las zapatas de 1,5 metros de canto por 5 metros de ancho.



Fuente: Elaboración propia (zoom)

Por lo que se refiero a los estribos, los dos extremos del viaducto se hallan sobre un terraplén. Se podrán añadir los materiales sobrantes de la obra además de un relleno de material granular y en la parte exterior este material granular se deberá tratar con cemento.

- Estribo 1 (oeste) : P.K. 26+27.11
- Estribo 2 (este) : P.K. 30+46.11

La longitud de estribo a estribo es de 419, teniendo en cuenta que el ancho del fuste del estribo es de 1 metro, la distancia total es de 420 metros.

1.3. Proceso constructivo

El proceso constructivo del viaducto consistirá principalmente en las acciones siguientes:

- Desbroce y replanteo
- Ejecución de la cimentación de las zapatas
- Montaje/ ejecución de los fustes de las pilas y alzado de los estribos
- Colocación de las vigas artesas
- Colocación de la prelosa autoportante
- Armadura y homigonado de la losa in situ
- Impermeabilización del tablero y colocaciones del resto de los elementos de la sección de vía, catenaria y otros sistemas

ANEJO 9:

Túneles

ANEJO 9: Túneles

1.	Introducción	3
2.	Procedimiento constructivo	4
2.1.	Túnel de mina: el Nuevo Método Austríaco para Túneles (NATM)	4
2.2.	Túnel con tuneladora (TBM).....	7
2.3.	Falso túneles.....	9
3.	Plataforma y superestructura	12
4.	Medidas de seguridad y ventilación.....	12
5.	Descripción de los túneles.....	13
5.1.	Túnel 1	13
5.2.	Túnel 2: Túnel de la Rabassada	13
5.3.	Túnel 3	14
5.4.	Túnel 4: Túnel de Sant Adjutori.....	14
5.5.	Túnel 5: Túnel de Collserola	15
6.	Descripción de los sistemas de seguridad	15
6.1.	Rutas de evacuación.....	16
6.2.	Señalización de emergencia	17
6.3.	Suministro eléctrico.....	18
6.4.	Alumbrado de emergencia	18
6.5.	Tomas de corriente	18
6.6.	Sistema de detección de incendios	19
6.7.	Sistema de extinción de incendios	19
6.8.	Sistema de detección de gases.....	19
6.9.	Sistema de ventilación.....	19

1. Introducción

En el presente apartado, se pretende presentar los distintos túneles del trazado y describir sus características de forma general.

Como ya se ha mencionando, no se pretende hacer una descripción exhaustiva ni tampoco hacer sus planos detallados por dos principales razones. Por un lado, la realización de un túnel se considera por sí solo un proyecto final de carrera. Por otro lado, no se disponen de los análisis geotécnicos necesarios para ello. En efecto, para tener una visión general de las características que presentan los terrenos y pues definir los métodos constructivos y de excavación, se deberían conocer las clasificaciones geomécánicas del terreno.

El trazado está formado por túneles de vía doble en casi toda su totalidad. Se ha optado por monotúneles puesto que el trazado transcurre en casi su totalidad por zona no urbana. El uso de monotúnel conllevará un menor coste de construcción y también un impacto ambiental menos importante.

La sección transversal de los túneles está determinada por distintos aspectos: las necesidades de gálibo del material, el espacio añadido para reducir los fenómenos aerodinámicos, la entrevía y la catenaria.

Ejemplo de la sección transversal de un túnel de ferrocarril en líneas convencionales en vía doble



Fuente: INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS, Andrés López Pita

La sección además depende de la longitud del túnel y de la velocidad de proyecto de la línea. La normativa indica que los túneles de vía doble para trenes convencionales (con velocidad máxima inferior a 200 km/h) tienen una sección de 40 a 50 m². Sin embargo, ADIF exige unas secciones mínimas para la construcción de túneles ferroviarios que son superiores a las estrictamente necesarias. Estas secciones dependen de si el túnel es en trazado recto o está en curva.

A continuación se exponen los distintos procedimientos constructivos: método constructivo, método de excavación y sección tipo. En segundo lugar, se detallan todos los túneles del trazado.

2. Procedimiento constructivo

2.1. Túnel de mina: el Nuevo Método Austríaco para Túneles (NATM)

2.1.1. Método constructivo

N.A.T.M (*New Austrian Tunneling Method*) se trata de un método de diseño y ejecución de túneles en roca. Este método se basa en el hecho que el propio terreno forma un anillo de descarga en el contorno de la excavación, reduciendo las presiones que actúan sobre el sostenimiento. Es decir, el propio terreno participa en la función portante de la excavación realizada.

En ciertos tramos del trazado, se considera oportuno el uso del NATM puesto que el túnel atraviesa un macizo rocoso o, en todo caso, de una roca poco alterada y sin presencia de agua. No obstante, se requerirá llevar a cabo sondeos geológicos y estudiar las curvas características del túnel para las distintas litologías a atravesar.

Ejemplo de NATM



Fuente: Ingeniería Geológica. Excavaciones subterráneas (UPC)

En el NATM, los elementos generalmente usados para el sostenimiento de las excavaciones en roca son dos: el hormigón proyectado y los bulones. Si se considera necesario, se pueden instalar también cerchas. El sostenimiento tiene como misión principal evitar que el terreno pierda propiedades por efecto del proceso constructivo otorgándole de cierto confinamiento. El tipo de sostenimiento se podrá definir mediante el ábaco de Barton.

Cuando se atraviesen zonas donde el terreno es de peor calidad (fallas, zonas fracturadas o meteorizadas), se deberá prever un tratamiento especial que consistirá en complementar los sostenimientos mediante métodos complementarios.

2.1.2. Método de excavación

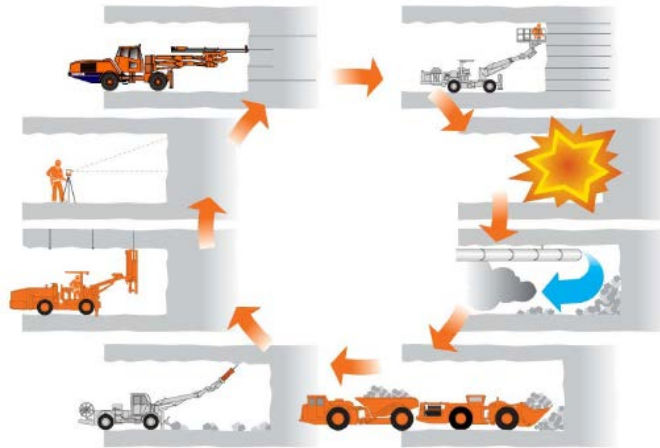
En los tramos que se lleve a cabo el procedimiento constructivo NATM, la excavación se realizará mediante explosivos y en dos fases: avance y destroza. En las zonas de peores condiciones geotécnicas, se llevará a cabo una tercera fase, la contrabóveda.

- Avance: la zona de excavación de esta fase se trata de la mitad superior de la sección del túnel (zona de bóveda). Esta sección suele tener una altura mínima de 6 metros, suficiente para la correcta movilidad de la maquinaria necesaria.

Las etapas de esta fase son las siguientes:

- Replanteo de la voladura
- Perforación de los taladros
- Carga de explosivos y voladura
- Ventilación
- Carga del escombro y transporte a lugar de acopio
- Saneamiento
- Colocación del sostenimiento

Esquema de la fase de avance



Fuente: UPV

- Destroza: se trata la mitad inferior de la sección del túnel. Se puede perforar el frente con talados horizontales o en banco y con talados verticales. Los talados tienen la ventaja de que se utiliza la misma maquinaria y sistemática de trabajo que para la fase de avance. Además, se puede recortar con la voladura la forma teórica del túnel. El segundo tiene la ventaja de la rapidez, el menor consumo de explosivo y que no se requiere retirada de escombros en cada voladura, pero se requiere no obstante un recorte posterior para conseguir el perfil del túnel en los hastiales. Esta fase se termina con la colocación del sostenimiento: el hormigón proyectado y los bulones.
- Contrabóveda, en tercera fase. Se propone ejecutar una contrabóveda poco pronunciada puesto que el terreno es de buena calidad. No obstante, ésta se diseñará en función de la calidad geotécnica o de la presencia de fallas.

Estas fases suelen ser idénticas para todo el proceso de excavación y sostenimiento. La mayor parte de las fases de ejecución conllevan un nivel de ruido elevado, una atmósfera sucia y un tráfico de maquinaria denso. Puesto que los equipos topográficos requieren condiciones óptimas para desarrollarlos trabajos de precisión es necesario ajustar bien los tiempos de trabajo. Se recomienda que los trabajos topográficos se realicen en la fase de perforación y carga del explosivo.

Acabadas las fases de avance y destroza y de contrabóveda, se deberán comprobar las secciones transversales. Después, se procederá a la impermeabilización y revestimiento. Se considera conveniente realizar la impermeabilización completa de estos túneles para proteger el revestimiento de la acción de las aguas subterráneas y para evitar posibles goteos sobre la plataforma. Por ello, se propone colocar una lámina porosa de protección situada en contacto con el sostenimiento: una

lámina de tipo geotéxtil. Este tiene por misión de filtrar los finos procedentes del lavado del sostenimiento y drenar los caudales para aliviar las presiones intersticiales.

Se colocará la impermeabilización en todo el túnel y se aplicará un revestimiento de espesor de 30 cm de hormigón HM-30. En último lugar, se inyectará en el trasdós de la clave con lechada de cemento para rellenar los huecos que hayan podido quedar en esta zona durante el hormigonado.

Encofradora del revestimiento tras colocado bulonado, cerchas y hormigón proyectado

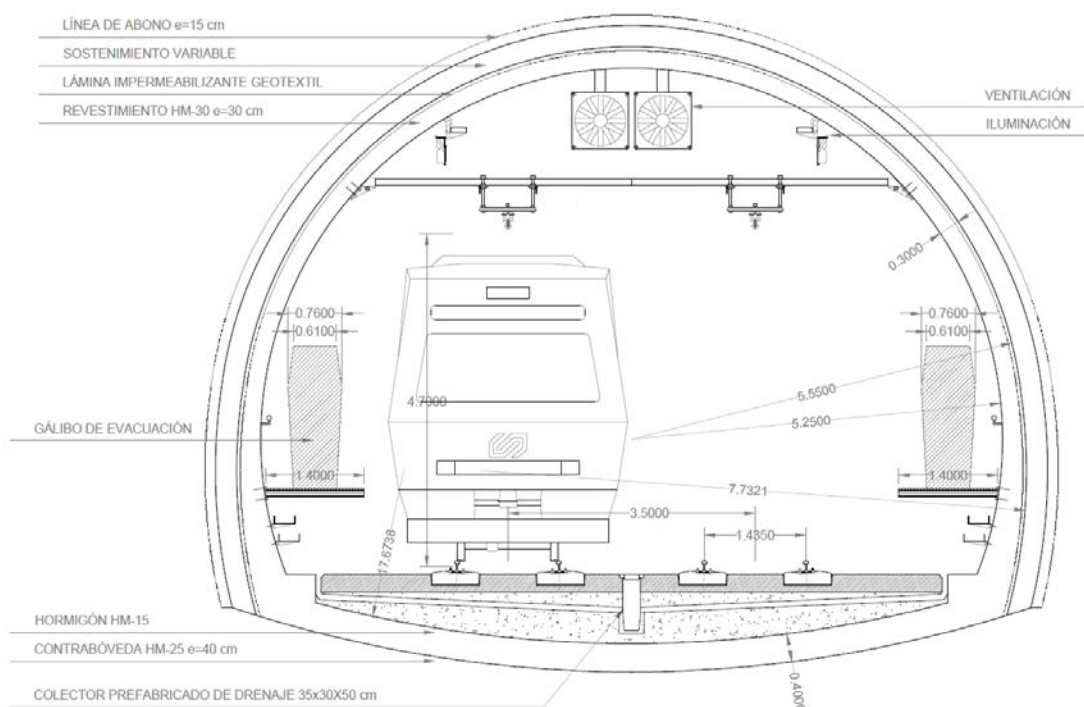


Fuente: Ingeniería Geológica. Excavaciones subterráneas (UPC)

2.1.3. Sección tipo

Se muestra a continuación una sección típica de los túneles NATM con avance, destroza y una contrabóveda poco pronunciada. La sección útil es de 63,85 m² en recta y de 64,50 m² en curva.

Sección típica de túnel NATM



Fuente: Elaboración propia

2.2. Túnel con tuneladora (TBM)

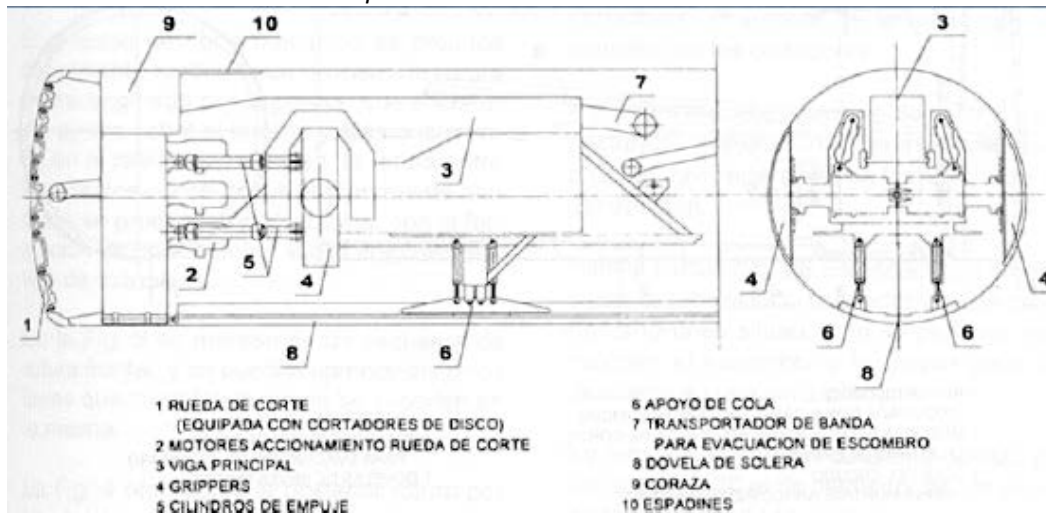
2.2.1. Método constructivo

Las tuneladoras de roca dura (TBM: Tunnel Boing Machine), también llamadas ‘topo’, se trata de máquinas integrales capaces de excavar un túnel a plena sección diseñadas principalmente para excavar rocas duras y medias sin gran necesidad de soporte inicial. Estas máquinas funcionan empujando contra el terreno unos discos de metal duro que producen la rotura del terreno que tal forma que la roca se laja y es extraída mediante cangilones en la cabeza del corte que vierten el escomburo en una cinta que a su vez lo verterá sobre otra lateral hacia el exterior o sobre vagones.

Se trata de máquinas integrales y de colaborar en la ejecución del sostenimiento y en la puesta en obra del revestimiento definitivo. Para absorber la reacción de cabeza de corte y hacer avanzar la tuneladora, las TBM se apoyan en el terreno mediante uso codales transversales (grippers).

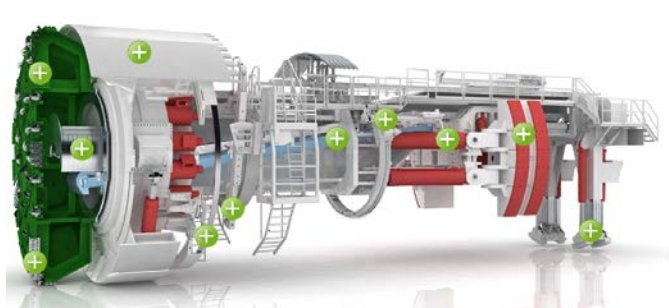
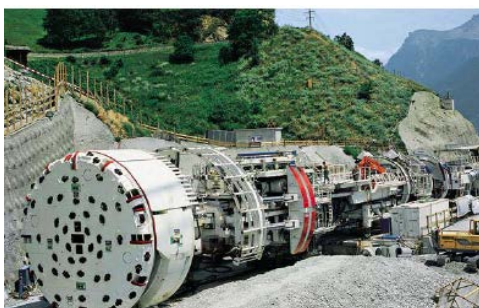
Teniendo en cuenta que el suelo de la Sierra de Collserola es de roca dura y la longitud del último túnel, éste se construirá con un topo TBM.

Esquema de una tuneladora TBM



Fuente: UPC

Vista general de un topo Gripper TBM



Fuente: UPC – Corterisa Herrenknecht AG

2.2.2. Fases de excavación

El ciclo de avance de un topo se compone principalmente de cinco fases:

- Fase 1: la máquina es acolada en el túnel, se inicia la excavación
- Fase 2: los cilindros de empuje del cabezal de corte llegan al final de su carrera, se para la excavación
- Fase 3: los soportes delanteros y traseros se extienden y se retraen los codales. El cuerpo principal de la máquina se desliza suavemente hacia delante
- Fase 4: la máquina se alinea usando el soporte trasero
- Fase 5: los codales son extendidos y los soportes recogidos

En la mayor parte de los túneles construidos con tuneladora de roca dura, el sostenimiento se hace mediante sistemas de bulones y hormigón proyectado, como en el caso del NATM. En el caso que el terreno sea de muy buena calidad, se podrá considerar la opción de prescindir de algún tipo de sostenimiento.

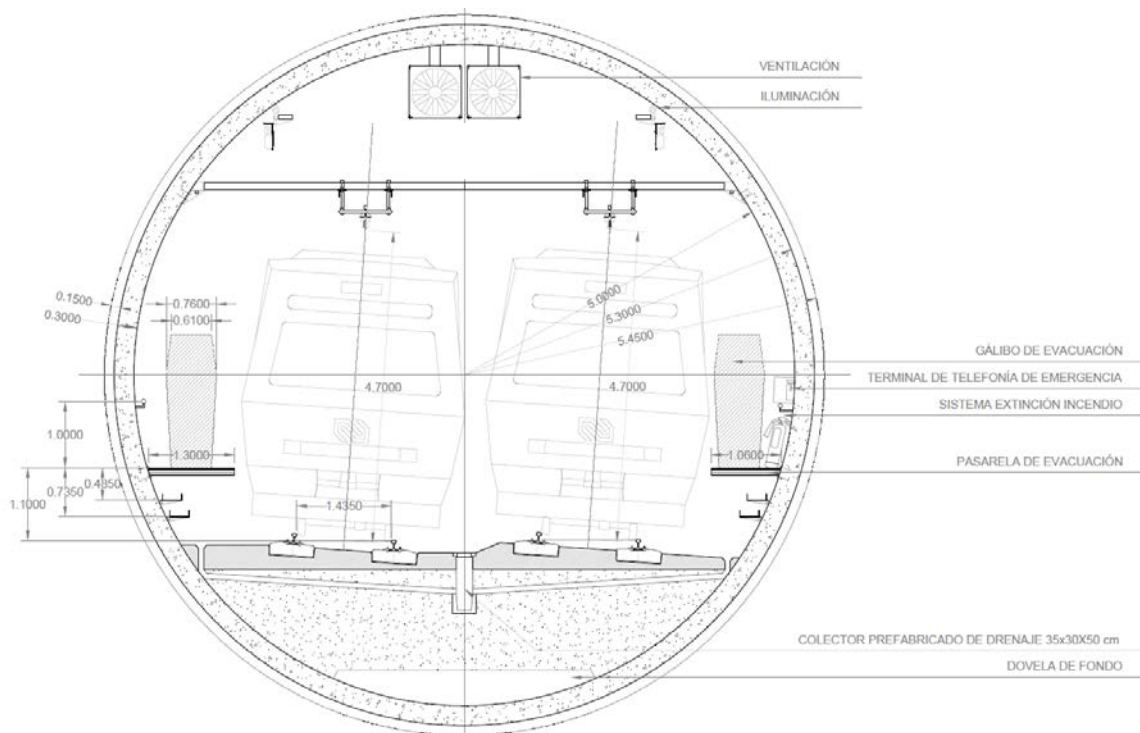
En el caso del túnel TBM, se propone que el revestimiento definitivo consista en un anillo circular de dovelas prefabricadas. La unión de las dovelas forma un anillo. Las dovelas de revestimiento se componen de una mezcla de hormigón armado con redondo estructural. La resistencia del hormigón, la cantidad de armado y el grosor variaran en función de las propiedades geomécnicas del terreno atravesado. La principal ventaja de este tipo de revestimiento definitivo es la sencillez y automatismo en la colocación y el acabado final.

Como ya se ha mencionada en el Anejo 7, el pozo de ataque se podrá situar en las proximidades de la Estación Mundet. Además, hay un parking que podrá albergar temporalmente las instalaciones de las obras: Se podrá disponer de una superficie de más de 1850 m². Además, el pozo de ataque se construirá para albergar posteriormente la ampliación de la Estación Mundet.

2.2.3. Sección tipo

Se muestra a continuación una sección típica de los túneles TBM con un diámetro de excavación de 11 metros. La sección libre es de 64,7 m² en recta y de 64,3m² en curva.

Sección típica de túnel TBM



Fuente: Elaboración propia

2.3. Falso túneles

Los falsos túneles o el procedimiento 'cut and cover' es una técnica constructiva empleada para los túneles superficiales excavados a cielo abierto. Se requiere un sistema de sostenimiento especialmente fuerte para soportar las cargas del material que cubre el túnel.

Se prevé dos tipos de falso túnel: falso túnel entre pantallas y falso túnel con bóveda triarticulada.

Los falsos túneles se construirán en vía en placa y con catenaria rígida, lo que permite reducir la altura necesaria de éstos.

2.3.1. Falso túnel entre pantallas

El falso túnel entre pantallas se puede ejecutar a poca distancia de los edificios y a poca profundidad. Por ello, se propone la ejecución de éste en la zona urbana de Sant Cugat, antes de que la línea ferroviaria se adentre en el Golf de Sant Cugat.

El falso túnel entre pantallas consiste en dos 'muros pantalla' de hormigón armado verticales y dos losas horizontales. Se ejecutan, en primer lugar, las paredes del túnel con una pilotadora y a continuación se realiza la losa de cubierta (losa superior) para, posteriormente, proceder al vaciado del recinto interior por medios mecánicos (por ejemplo, con retroexcavadoras).

Normalmente, se accede al interior del túnel mediante una rampa auxiliar.

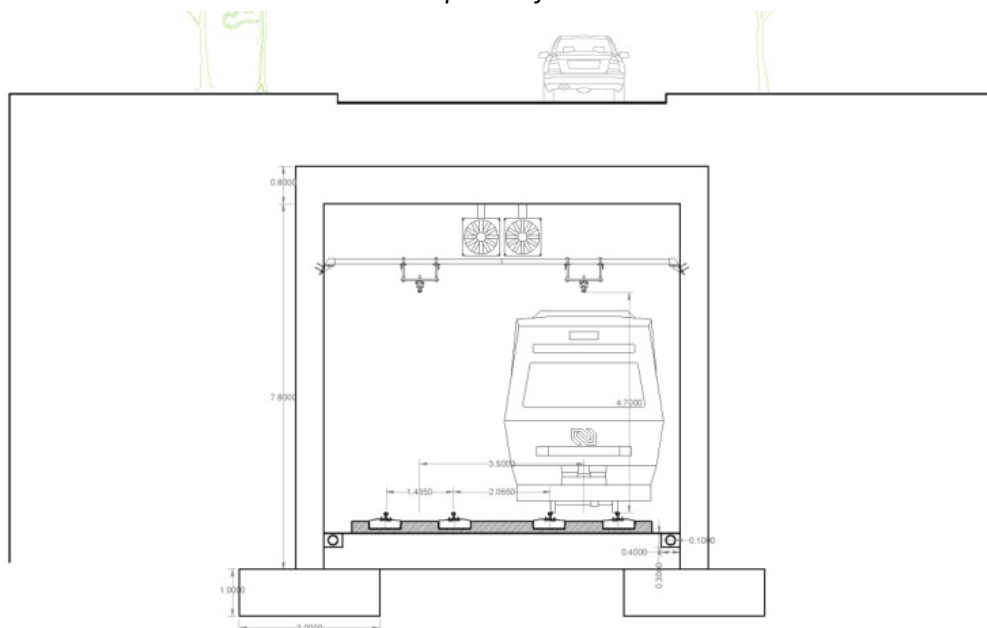
Las fases de construcción son:

- Retirada del pavimento y desbroce del terreno
- Ejecución de las pantallas con pilotadora siguiendo el siguiente procedimiento:
 - o Construcción de los muretes guía, que garantizan la alineación de la pantalla
 - o Barrenado.
 - o Colocación de un tubo como recubrimiento
 - o Colocación de la armadura, mediante una grúa
 - o Hormigonado, mediante el empleo de una tubería tremie extrayendo los lodos que se hayan utilizado en la excavación
 - o Retirado del tubo
 - o Rellenado de las juntas
- Excavación en superficie. En el caso de que el terreno sea de baja consistencia y se puedan dar desprendimiento se podrá aplicar lodo bentonítico. Este lodo bentonítico es una mezcla de bentonita con agua que una vez en reposo adquiere resistencia cohesiva. Se usa para el sostenimiento de los laterales de la excavación
- Construcción de la losa superior del falso túnel. Antes de proceder al relleno sobre la losa superior se realiza la impermeabilización para evitar posibles filtraciones al interior del túnel.
- Excavación bajo la losa hasta el nivel de cota de apoyo de la losa inferior. Al mismo tiempo se pueden realizar los trabajos en superficie de pavimentado y reurbanización con el fin de minimizar el impacto.
- Construcción de la losa inferior del falso túnel

2.3.1.1. Sección tipo

Se muestra a continuación una sección típica del falso túnel entre pantallas. La sección útil es de 59,3 m².

Sección típica de falso túnel



Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Falso túnel con bóveda tri-articulada

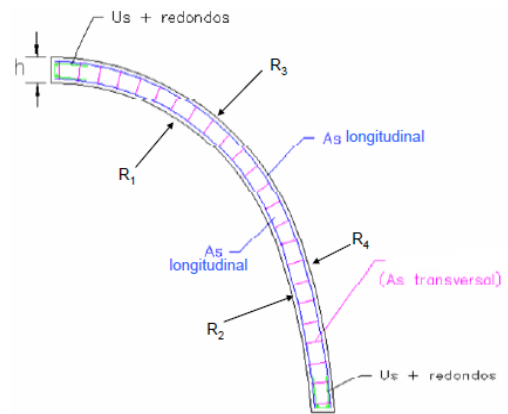
Se propone la construcción de falsos túneles con bóvedas triarticulas prefabricadas apoyadas en muros alzados in situ.

La fabricación de las bóvedas tiene lugar en un taller fuera de la obra y en un taller en la propia obra. Las bóvedas se forman por elementos de directriz curva que se fabrican en taller y se ensamblan en obra mediante rótulas. Los falsos túneles con bóveda prefabricada triarticulada permiten un montaje rápido y un diseño adaptado a la geometría y condiciones de contorno.

Falso túnel en Figueres para la línea de AVE



Disposición de armadura en bóvedas de hormigón armado de espesor h



Fuente: Aplicación del hormigón reforzado con fibras en bóvedas triarticuladas prefabricada para pasos de fauna, Trabajo Final de Máster, UPC

La excavación de la zanja se realiza desde la superficie y se hace hasta el nivel de cota de la losa inferior. A continuación, se monta la ferralla de la zapata de cimentación y se procede a su hormigonado. El ancho de sus muros laterales dependerá de las características del suelo, se propone 1 metro, con zapatas de 3 metros de ancho y 1 metro de canto.

Posteriormente se ejecutan los hastiales y se impermeabiliza el trasdós de los muros para evitar filtraciones. Cuando los muros están terminados, se colocan las bóvedas prefabricadas y impermeabilizan.

Ejemplo de construcción de un falso túnel con bóveda



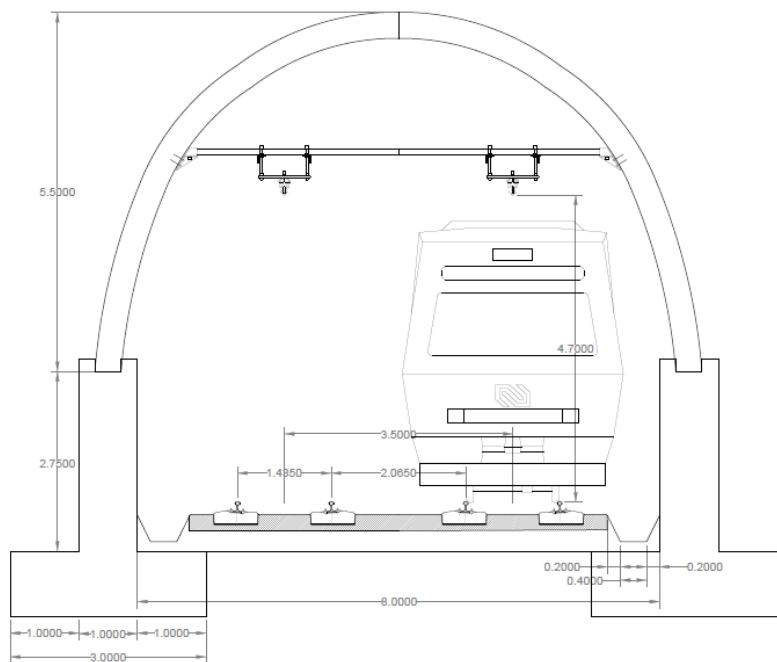
Fuente: Metro de Brasilia

Una vez se han terminado los muros laterales y la bóveda, se puede proceder al relleno y se reconstruye la superficie mientras continúan los trabajos en el interior del túnel (instalación de caténaria, vía en placa, etc.). Se considera que no es necesario realizar una contrabóveda, puesto se trata de suelo de buena calidad.

2.3.2.1. Sección tipo

Se muestra a continuación una sección típica de los falsos túneles. La sección útil es de 52 m².

Sección típica de falso túnel



Fuente: Elaboración propia

3. Plataforma y superestructura

Conforme a lo detallado en el anejo de superestructura, los túneles y falsos túneles tendrán vía en placa y dispondrán de catenaria rígida.

4. Medidas de seguridad y ventilación

La vía en placa con carril embebido es una solución que permite el acceso de los vehículos de emergencia a la zona de vías. De ésta forma, en los túneles largos y falsos túneles se garantiza la evacuación de los afectos de una forma sencilla y segura.

También se prevé salida de emergencias para permitir la evacuación de las personas, por ejemplo, en caso de incendio. Los túneles de más de 750 metros de longitud deberán contar con este sistema de salida de emergencia.

En cuanto a la ventilación, conforme con la normativa vigente, los túneles y falsos túneles de más de 500 metros de longitud requerirán un sistema de ventilación forzada. En zona urbana, el sistema de ventilación deberá contemplarse si el túnel es superior a 200 metros.

5. Descripción de los túneles

A continuación se presentan los datos de los túneles y falsos túneles del recorrido escogido.

5.1. Túnel 1

Tipo: Falso túnel con giro a la izquierda

PK inicial: 1+50.00m

PK final: 9+00.00m

Longitud: 750 m

Entre P.K. 1+50.00m y 6+40.00m (490 metros): falso túnel entre pantallas

Entre P.K. 6+40.00m y 9+0.00m (260 metros): falso túnel con bóveda triarticulada

A partir de la zanja donde se construye el falso túnel con bóveda triarticulada, se accede al recinto interior del falso túnel entre pantallas para el vaciado del terreno con retroexcavadora.

Material atravesado: Abanicos aluviales de composición mixta (conglomerados, areniscas y lutitas)

Método de excavación: Siguiendo el método detallado para falsos túneles, con excavadora

Plataforma: En placa

Catenaria: Rígida

Ventilación: Forzada, ya que su longitud es mayor de 500 metros

Salidas de emergencia: No es necesaria

5.2. Túnel 2: Túnel de la Rabassada

Tipo: Túnel de mina

PK inicial: 9+00.00m

PK final: 21+80.00m

Longitud: 1280 m

Material atravesado: Derrubios angulosos de pizarras y cuarcitas

Método de excavación: Con explosivos, avance y destroza

Plataforma: En placa

Catenaria: Rígida

Ventilación: Forzada, ya que su longitud es mayor de 500 metros

Salidas de emergencia: Si, pozo de evacuación

El proceso de excavación que se plantea es el Nuevo Método Austriaco (NMA), ya que parece totalmente adecuado a las características de los terrenos afectados y a la longitud del túnel.

5.3. Túnel 3

Tipo: Falso túnel con giro a la izquierda

PK inicial: 23+50.00m

PK final: 26+00.00m

Longitud: 250 m

Material atravesado: Derrubios angulosos de pizarras y cuarcitas.

Método de excavación: Siguiendo el método detallado para falsos túneles, con excavadora

Plataforma: En placa

Catenaria: Rígida

Ventilación: Natural

Salidas de emergencia: No es necesaria

5.4. Túnel 4: Túnel de Sant Adjutori

Tipo: Túnel de mina

PK inicial: 31+00.59m

PK final: 38+68.51m

Longitud: 767,92 m

Material atravesado: Pizarras micacíticas y seritas arenosas con cuartitas basales

Método de excavación: Con explosivos, avance y destroza

Plataforma: En placa

Catenaria: Rígida

Ventilación: Forzada, ya que su longitud es mayor de 500 metros

Salidas de emergencia: Si, galería de conexión y galería de emergencia paralela. Una única galería de conexión.

El proceso de excavación que se plantea es el Nuevo Método Austriaco (NMA), ya que parece totalmente adecuado a las características de los terrenos afectados y a la longitud del túnel.

5.5. Túnel 5: Túnel de Collserola

Tipo: Túnel de tuneladora

PK inicial: 41+35.77m

PK final: 76+50.73m

Longitud: 3514,96 m

Material atravesado: Pizarras micacíticas y filones de cuarzo Con rocas plutónicas tipo granodioritas. A partir del P.K. 85+00, presencia de derrubios angulosos de pizarras y cuarcitas.

Método de excavación: tuneladora TBM, topo

Plataforma: En placa

Catenaria: Rígida

Ventilación: Forzada, ya que su longitud es mayor de 500 metros

Salidas de emergencia: Si, galería de conexión y galería de emergencia paralela. Una galería de conexión cada 500 metros.

Dada la longitud del túnel y el tipo de suelo de roca dura, se opta por una tuneladora tipo topo.

6. Descripción de los sistemas de seguridad

Dada la magnitud y la peligrosidad de un incidente en el interior de un túnel, se requiere diseñar de medidas de seguridad que garanticen una rápida evacuación del mismo.

A continuación se detallan los principales sistemas de seguridad que se deberán prever en el proyecto de construcción de los túneles. Estas medidas están definidas en la especificación técnica

de interoperabilidad sobre seguridad en los túneles (ETI). Estas medidas deben adoptarse en los túneles de más de 300 metros de longitud.

6.1. Rutas de evacuación

Con el fin de garantizar que, en el caso de que un tren se quede parado en el interior del túnel, la evacuación de las personas hacia zonas seguras se efectúe de manera rápida y segura, es preciso prever una serie de rutas de evacuación que sean planas y libres de obstáculos y que, además, estén suficientemente iluminadas.

Todos los túneles (de longitud mayor a 750 metros) dispondrán de rutas de evacuación adecuadas constituidas por:

- Aceras, plataformas transitables para peatones a lo largo del túnel
- Galerías o pozos de conexión
- Salidas de emergencia: galerías o pozos. Los pozos suelen ser habituales en zonas urbanas y con túneles de poca profundidad

La separación máxima entre galerías o pozos de conexión contiguos es de 500 metros.

Pasillos de evacuación

Se prevén aceras de un ancho de 1,3 metros que se sitúan a un 1 metro sobre la cota del plano de rodadura con un gálibo libre de obstáculos de 2mx0,75m y con un pasamanos con el fin de ejercer de guía táctil en caso de humo.

Pasamanos

El pasamanos se instalará en ambos hastiales marcando una vía hacia una zona segura. Estará situada a una altura aproximada de 1 m por encima del pastillo de evacuación. Se colocará fuera de la distancia libre mínima del pasillo requerido y con un ángulo entre 30º y 40º respecto al eje longitudinal del túnel. Será firme y fácil de agarrar y su sistema de sujeción no interferirá en el paso continuo de la mano.

Salidas de emergencia

Las dimensiones mínimas de la salida de emergencia del túnel (galerías de conexión) serán 1,50 m de anchura y 3 m de altura. Las dimensiones mínimas de las aperturas de las puertas serán de 1,40 m de anchura y 2,00 m de altura, siendo estas dimensiones mínimas las mismas para las puertas de evacuación. Las puertas de evacuación estarán formadas por dos hojas. Las puertas de las salidas de emergencia a la superficie y a las puertas de máquinas estarán dotadas de cerraduras de seguridad adecuadas. La salida de emergencia estará equipada con iluminación y señales.

Las galerías peatonales de evacuación tendrán una anchura libre de 3,7 m, y un revestimiento igualmente de 25cm de hormigón en masa. Su altura libre será de 3,5 m de forma que permita con holgura alojar un gálibo de evacuación de 2,25 x 2,25 m.

En el caso del túnel NATM de la Rabassada se prevé construir un pozo vertical de salida de emergencia, puesto que la profundidad de éste es menor a 50 metros. El pozo formado por pantallas de estructura circular de 4 metros de diámetro interior consistirá en escaleras y rellanos interiores de planta circular. No obstante como el pozo tendrá una profundidad mayor a 30 metros se deberán construir ascensores.

Para la ejecución de dicho pozo se podrá utilizar una máquina hidrofresa que excavará las pantallas del pozo para la ejecución del recinto del pozo se podrá ejecutar entre pilotes.

6.2. Señalización de emergencia

La señalización consiste en placas indicativas de la dirección a seguir a lo largo de las rutas de evacuación hasta alcanzar la zona segura más próxima. La señalización está estipulada por las normas UNE-115, UNE 23033, UNE 23034, UNE 23035, Reglamento de Instalación de Protección Contra Incendios (RIPCI), Código Técnico de la Edificación (CTE) y según RD 485:1997, RD 314:2006 y RD 635/2006.

Señalización de las rutas de evacuación

La señalización de la evacuación tiene como objetivo indicar las salidas de emergencia, pero también la distancia a la zona segura y la dirección donde se encuentran éstas. La señalización guía pues a las personas, mediante indicaciones fijas, hacia la ruta más rápida y segura.

La separación será de 25 m y se colocaran enfrentadas sobre ambos hastiales a una altura de 1,60 m sobre el nivel de acera. A continuación, se muestran unos ejemplos de pictogramas:

Señal fotoluminiscente de "Dirección de Salida de Emergencia"



Señal fotoluminiscente de "Dirección de Salida de Emergencia"



Señalización de los equipos de extinción

La señalización de los equipos de extinción indicará la ubicación de un equipo de extinción de incendios, que se situará inmediatamente. Se preverá una señal por equipo de extinción.

6.3. Suministro eléctrico

El sistema de suministro eléctrico tiene por objetivo dotar de suministro eléctrico a todas las instalaciones de seguridad no ferroviarias del túnel. La alimentación es independiente de la estación y esta redundada de manera que se garantice en todo momento el suministro de energía eléctrica en el interior de los túneles.

6.4. Alumbrado de emergencia

La instalación del alumbrado de emergencia se realizará siguiendo el Reglamento Electrotécnica de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

En los túneles se dispondrá de una iluminación de emergencia principal y autónoma para asegurar una iluminación mínima en el túnel y en las dependencias anejas en caso de incidente. Estas medidas buscan facilitar la orientación y evacuación de los pasajeros y los equipos de intervención en caso de emergencia.

Se deben contemplar dos tipos de alumbrado de emergencia.

Alumbrado de emergencia principal

Este alumbrado consiste en lámparas de vapor y es de encendido permanente. Se instalarán pulsadores para la conexión del alumbrado a lo largo de los hastiales cada 200 metros. Estos pulsadores se cubrirán con rejillas antivádálicas en los tramos más cercanos a las bocas del túnel.

Alumbrado de emergencia autónomo

El alumbrado de emergencia autónomo consiste en lámparas fluorescentes. La separación máxima entre secciones de puntos de luz será de 100 metros sobre un mismo hastial con el objetivo de hacerlas coincidir con secciones de alumbrado de emergencia principal. La altura de colocación sobre la acera será de 1,2 metros. Se garantiza la iluminación después del corte de la línea, ya que incluye batería propia con autonomía de 2 horas.

6.5. Tomas de corriente

El objetivo del sistema de tomas de corriente es de facilitar la actuación de los equipos de intervención suministrando energía para las herramientas, la maquinaria o alumbrado portátil.

Siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se instalarán tomas de corriente al tresbolillo cada 125 metros y a una altura de 1 metro sobre nivel de acera.

6.6. Sistema de detección de incendios

Las dependencias anexas al túnel (por ejemplo los pozos de ventilación y las salidas de emergencia) se instalarán detectores de incendio correctamente conectados con el Centro de Mando Central. Además, en los cuartos técnicos se instalarán sensores que se activaran al detectar el humo que acompaña a un incendio.

6.7. Sistema de extinción de incendios

El sistema de extinción de incendios consiste en una red de hidrantes dispuestos a lo largo del túnel cuya finalidad es facilitar la actuación de los equipos de intervención permitiendo la conexión de mangueras y suministro de agua dentro del túnel para la extinción de incendios.

El túnel dispondrá de una red de hidrantes de columna seca para suministro de agua a presión a lo largo del túnel. Para el abastecimiento de agua al túnel se ubicarán en cada uno de los accesos un hidrante. A estos se conectará el vehículo autobomba para alimentar la columna seca del túnel.

6.8. Sistema de detección de gases

El sistema de detección de gases informa al sistema de control de la ventilación de las condiciones ambientales del mismo.

En caso de incendio, este sistema proporciona datos relativos a la cantidad de partículas sólidas en suspensión en el aire o el nivel de gases tóxicos provocados por la combustión como es el caso del CO.

Se propone instalar sensores cada 250 metros para asegurar un control seguro y continuo. Estos sensores transforman las diferentes señales analógicas y de anomalía en una información que se envía por un canal de comunicación a la Unidad de Respuesta a Emergencias.

6.9. Sistema de ventilación

Sistema de ventilación del túnel

El sistema de ventilación tiene como finalidad garantizar unas condiciones mínimas del aire en el túnel para que se pueda respirar y tener una cierta visibilidad. Estas condiciones deben cumplirse tanto en condiciones normales de explotación como durante el tiempo de evacuación en caso de incendio o fuga de gases tóxicos.

De acuerdo con lo indicado previamente, los túneles y falsos túneles de más de 500 metros de longitud deben disponer de un sistema de ventilación forzada. En zona urbana, a partir de los 200 metros.

Este sistema de ventilación tiene como funciones

- Verificar una velocidad mínima del aire que evite el retorno de humos
- Asegurar el correcto funcionamiento en los estados transitorios

- Permitir la evacuación de humos (el porcentaje necesario) para asegurar la calidad de aire y la visibilidad adecuadas en el interior del túnel
- Asegurar la velocidad crítica de la corriente necesaria para evitar la retro propagación de humos
- Llevar a cabo la contención de los humos por el establecimiento de una corriente longitudinal en el túnel que siempre se aleja de la zona de salida más próxima al foco para permitir la evacuación por ella
- Llevar a cabo la ventilación con extracciones masivas (Ventiladores axiales reversibles en pozos). Es necesario garantizar que a través de los pozos que se proyecten se extrae la totalidad de los humos producidos en el incendio más el aire que los arrastre hasta el pozo que se utilice para extraer.

Por último, cabe decir que una vez declarado y detectado un incendio se realiza la extracción de aire y humos desde el pozo más cercano al incendio y que a su vez no tenga una salida de emergencia en la trayectoria de los humos.

Sistema de ventilación de las salidas de emergencia

Un sistema de ventilación y presurización en las salidas de emergencia se prevé para garantizar una atmosfera saludable a lo largo de las salidas de emergencia y evitar con total seguridad la entrada de humos a la misma.

Esta instalación consiste en un conducto que descarga aire en la parte superior de la escalera de la salida de emergencia y junto a la puerta de dicha salida con el túnel. Este sistema cuenta con una compuerta cortafuegos en la parte final de dicho conducto. En condiciones normales, esta compuerta se encuentra cerrada de manera que solo se descarga aire en la escalera y la puerta de entronque con la salida de emergencia está también cerrada de modo que el sistema se encarga de ventilar la salida de emergencia en toda su longitud.

Cuando se produce un incendio y necesidad de evacuación del túnel, se abren las puertas de conexión con dichas salidas de emergencia. En ese momento, se da un intercambio de aire entre el túnel y la salida de emergencia. La compuerta cortafuegos se abre para presurizar la salida e impedir la entra de posible aire contaminado. La ventilación de sobrepresión debe ser capaz de impulsar un caudal de aire que genere una velocidad en el interior de la salida de emergencia de 1 m/s cuando la compuerta antipánico esté abierta, de esta manera aseguramos que el humo o aire contaminado no penetre en la ruta de evacuación de las personas. La evacuación del aire viciado de la salida de emergencia se realiza por una rejilla situada encima de la puerta de conexión con el túnel.

ANEJO 10:

Plataforma y superestructura

ANEJO 10: Plataforma y superestructura

1.	Introducción	3
2.	Clasificación de la línea.....	3
3.	Vía sobre balasto	4
3.1.	Plataforma	5
3.2.	Superestructura	8
3.2.2.	Traviesas	8
4.	Vía en placa	11
5.	Catenaria	12
6.	Sistemas de control y seguridad.....	13
7.	Detalle de la superestructura por tramos	14

1. Introducción

En el presente anejo se describe de forma general la plataforma de la vía y la superestructura ferroviaria. A lo largo del trazado, tanto la plataforma como la superestructura varían.

Como principio general, en los tramos de túnel o falso túnel o en los viaductos se optará por el uso de un sistema de vía en placa, mientras que en el resto de casos (terraplén, desmonte o túneles cortos) se optará por el uso de la tradicional vía con balasto. La vía en placa es considerablemente más cara de construir pero su mantenimiento es menos caro.

En el caso de construcción de una nueva infraestructura, se aplica el método de dimensionado para la plataforma establecido por la FICHA UIC-719. A partir de esta ficha, se pueden definir los espesores y características de las capas de subbalasto y balasto en función de las características de la plataforma. Dicha ficha establece el espesor necesario de capas de asiento en función de la calidad de la plataforma, del tipo de tráfico soportado, del tipo de traviesa, de la carga máxima por eje, y por último, de la velocidad máxima de circulación. Por esta razón, en primer lugar, se debe calcular el tráfico soportado para poder clasificar la línea.

2. Clasificación de la línea

La norma “UIC 714 – Classification of lines for the purpose of track maintenance” clasifica el tráfico soportado por una línea ferroviaria, según las toneladas/día/sentido de circulación, en diferentes “Grupos de Tráfico”. Así, define el tráfico T_f para cada línea en función de la expresión siguiente

$$T_f = S_v * (T_v + K_t * T_{tv}) + S_m * (K_m * T_m + K_t * T_m)$$

Donde:

T_v : tonelaje medio diario de los coches de viajeros en la vía (toneladas brutas remolcadas).

T_{tv} : tonelaje medio diaria de las locomotoras que arrastran los coches de viajeros (toneladas).

K_t : coeficiente que tiene en cuenta la influencia en la agresividad sobre la vía en las locomotoras de viajeros.

T_m : tonelaje medio diario de los vagos de mercancías (toneladas brutas remolcadas).

T_{tm} : tonelaje medio diaria de las locomotoras que arrastran los trenes de mercancías

K_m : coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la carga y de los ejes de mercancías en la agresividad sobre la vía. Se adopta $K_m=1,45$.

K_t : coeficiente que tiene en cuenta la influencia de los ejes del material motor en la agresividad sobre la vía. Se adopta $K_t: 1,40$.

S_v y S_m pretenden incorporar el efecto de la velocidad de cada tren. $S_v(S_m)=1,15$ para velocidades comprendidas entre 80 y 100 km/h.

Si suponemos que el tráfico de mercancías es nulo, la fórmula se simplifica:

$$T_f = 1,15 * (T_v + 1,4 * T_{tv})$$

Los nuevos trenes de las líneas de FGC de la serie 113 tienen un peso de 142,4 toneladas (tara) y 60 toneladas más en carga máxima. Sin embargo, resulta difícil conocer el peso de la cabeza tractora del de los vagones, puesto que se trata de automotores. Para ello, se requiere a la siguiente fórmula:

$$T_f = S_v * (1,05 * T)$$

Donde T supone las toneladas diarias de trenes de viajeros. Vamos a suponer un peso medio por vehículo de 182,7 toneladas (142,4 más dos tercios de la carga máxima). Además, conocemos que el número de trenes/día/sentido en 2014 de la línea Pl.Cataluña – Sant Cugat del Vallés fue de 209. Suponemos pues que gracias al desdoblamiento se aumenta considerablemente la oferta de servicio de transporte y se reduce un poco los vehículos que utilizan el actual trazado, suponemos pues que habrá 100 vehículos día en cada sentido que tomarán esta nueva vía para ser conservadores.

$$T_f = 1,15 * (1,05 * 182,4) * 100 = 22\,024,8 \text{ toneladas/día/sentido}$$

LA UIC clasifica las vías de cada línea en los siguientes 6 grupos:

Grupo 1	130.000 t/día < T_f
Grupo 2	80.000 t/día < T_f < 130.000 t/día
Grupo 3	40.000 t/día < T_f < 80.000 t/día
Grupo 4	20.000 t/día < T_f < 40.000 t/día
Grupo 5	5.000 t/día < T_f < 20.000 t/día
Grupo 6	T_f < 5.000 t/día

Por lo tanto, la nueva línea corresponde a un tráfico de Grupo 4.

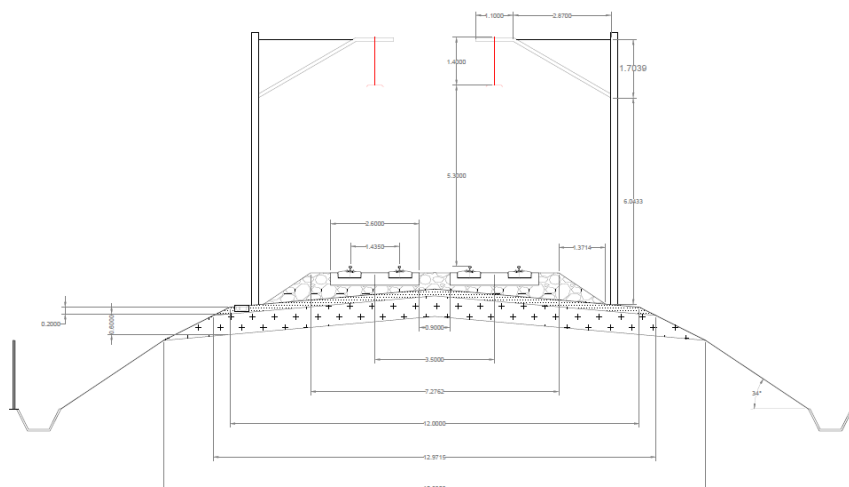
3. Vía sobre balasto

La vía sobre balasto es la solución adoptada para el tramo a cielo abierto que transcurre entre la Estación FGC de Sant Cugat y el falso túnel.

El concepto de la vía sobre balasto se basa en la repartición progresiva de los esfuerzos verticales y horizontales a los que la circulación del tren somete la vía en una banqueta de balasto. A través de distintas capas de suelo, estos esfuerzos se van repartiendo de forma progresiva hasta llegar al suelo.

En general, el perfil de la vía sobre balasto será el siguiente:

Esquema general de la vía sobre balasto



Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que entono a los puentes o túneles el perfil de la vía sobre balasto puede variar. Además, el grosor de cada capa y la anchura de la plataforma también pueden variar según el tramo en función de las características del suelo y del entorno. La definición del perfil para cada tramo se deberá realizar en el futuro proyecto constructivo.

3.1. Plataforma

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a la capa de asiento, a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente. En el caso de un desmonte, está formada por el propio terreno, y cuando se trata de un terraplén está formada por suelos de aportación.

La plataforma, no obstante, debe quedar rematada por una capa de terminación – capa de forma – provista de pendientes transversales para la evacuación de las aguas pluviales. En el marco de este proyecto, se ha tomado una pendiente transversal de 5%.

En los desmontes, la capa de forma se obtiene por compactación del fondo de la excavación, cuando los suelos son adecuados, o por aportación de suelos de mejor calidad, que los sustituyen en una profundidad mínima de un metro, cuando no lo son.

Sobre esta capa de terminación se disponen las capas de asiento integradas por una subbase y, como remate, la banqueta de balasto.

La calidad del suelo es distinta a lo largo del trazado:

- QS3: suelos buenos, se trata de suelos bien graduados conteniendo menos del 5% de finos. La roca dura que traviesa el trazado del presente proyecto (granito, pizarra, cuarcitas, etc.) se puede considerar suelo del tipo QS3. Este suelo se encuentra en el macizo de Collserola y en las capas más superficiales de los valles.
- QS2: suelos medianos, se trata de suelos conteniendo entre el 5 y el 15% de finos o suelos de rocas moderadamente duras. El suelo formado por depósitos de piedemonte (en los valles de Collserola se van a considerar suelos del tipo QS2, puesto que están formados de rocas duras como cuarzo, pizarra, cuarcita, etc. mezcladas con arcillas. No obstante, sería preciso un análisis pormenorizado del terreno tomando distintas muestras en cada tramo.
- QS1: suelos malos, aceptables únicamente cuando se dispone de un buen drenaje. Estos suelos contienen más del 15% de finos o compuesto por rocas blandas. El suelo sedimentario aluvial que se encuentra en los alrededores de la estación de Sant Cugat corresponde a este tipo de suelo.

A partir de la clasificación del suelo, se puede determinar el espesor de las capas de forma.

3.1.1. Capa de forma

En las obras de nueva construcción, se diseña la plataforma para que tenga una capacidad portante P3 (la máxima). A partir de la siguiente tabla se obtienen los espesores de la capa de forma según el tipo de suelo.

Tabla de espesor mínimo de la capa de forma

ESPESOR MÍNIMO DE LA CAPA DE FORMA			
CALIDAD DEL SUELO SOPORTE	CAPACIDAD DE CARGA EN LA PLATAFORMA	CAPA DE FORMA PARA OBTENER LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA PLATAFORMA	
		CALIDAD DEL SUELO	ESPESOR MÍNIMO (m)
QS1	P2	Suelo fino tratado con ligantes	0,30
	P2	QS2	0,55
	P2	QS3	0,40
	P3	QS3	0,60
QS2	P2	QS2	--
	P3	QS3	0,40
QS3	P3	QS3	--

Los espesores en función del suelo son los siguientes:

- 0 cm para los suelos de calidad QS3.
- 40 cm para los suelos de calidad QS2.
- 60 cm para los úselos de calidad QS1.

Cabe aun mencionar que se necesitará realizar un estudio detallado de la geología y geotécnica para poder verificar la calidad del suelo a lo largo del trazado. También, el dimensionamiento de la plataforma se hace del lado de la seguridad.

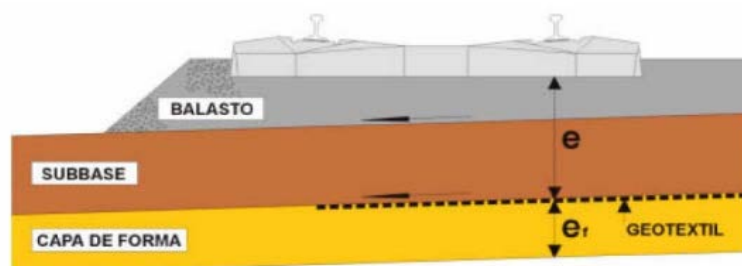
3.1.2. Subbase

Las capas de la subbase se disponen entre la banqueta de balasto y la capa de forma de modo que se asegure el buen comportamiento de la vía férrea desde el punto de vista de su rigidez, alineación, nivelación y drenaje.

La subbase consiste en una capa de subbalasto que debe estar formada por una grava arenosa bien graduada, con algún porcentaje de elementos finos para que sea compactable no se desligue bajo el tráfico de las máquinas durante la obra, sea insensible al hielo y proteja la plataforma de la erosión de las aguas de lluvia.

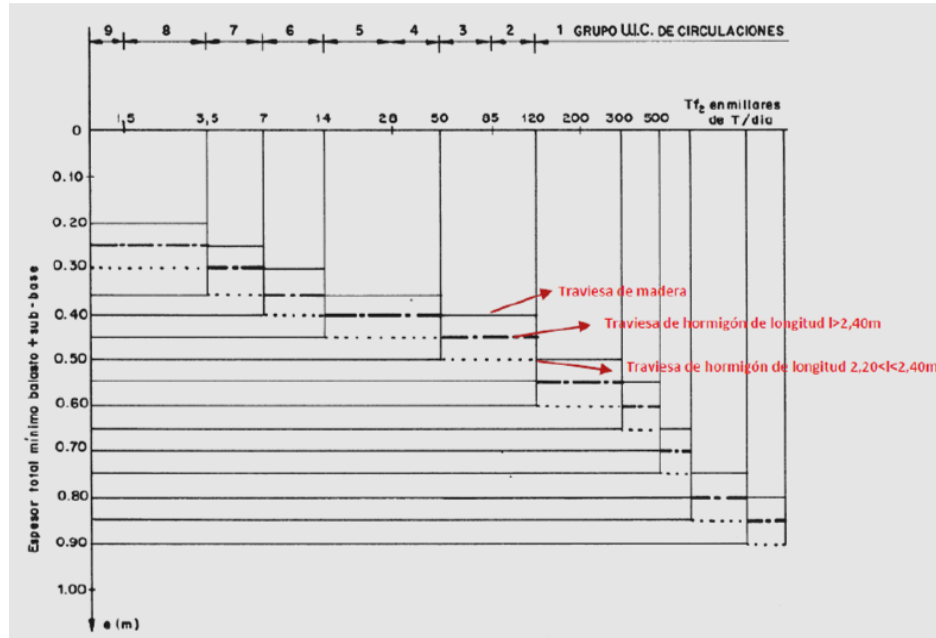
El espesor mínimo de la capa de subbalasto debe ser la mitad del espesor total.

Esquema de espesores de las capas de asiento



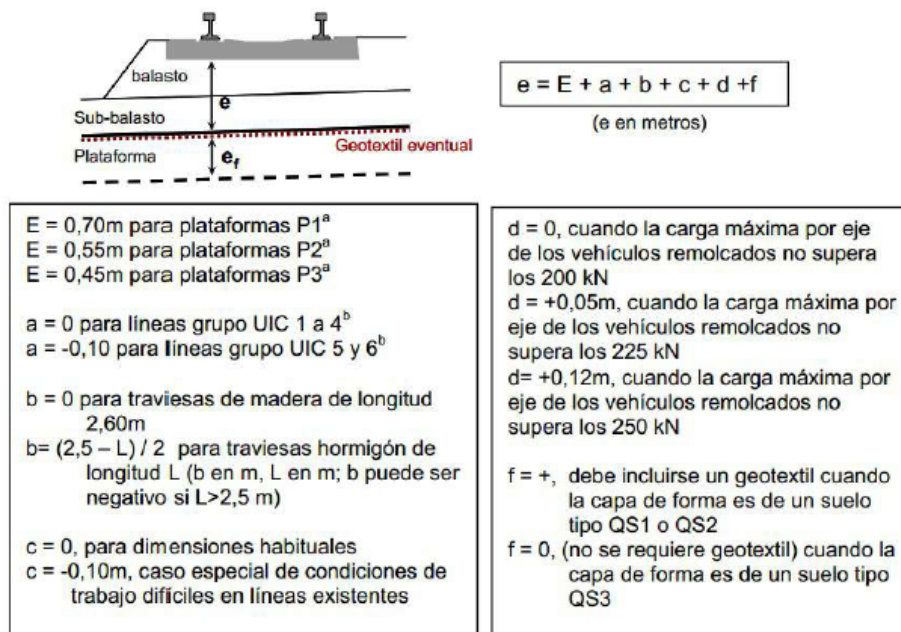
El espesor del balasto depende del tráfico ficticio calculado en el apartado anterior. Conforme al siguiente esquema de la normativa NAV 2-1-0.1, se obtiene el espesor de la subbase y de la capa de balasto:

Relación entre el tráfico ficticio y el espesor mínimo del balasto



Se considera que tráfico será de 22 024,8 toneladas/día/sentido. Dado que la longitud de las traviesas será mayor que 2,4 m, el espesor mínimo del balasto es de 40 cm. Este espesor también se encuentra a partir del procedimiento indicado en la ficha 719R de la UIC.

Procedimiento de cálculo del espesor del balasto de la ficha 719R UIC



Se obtiene $e=0.40$, puesto que $E=0.45$, se trata de un grupo UIC 4, las traviesas son de 2,6 m y la carga por eje no supera los 200 kN.

Por lo tanto la subbase tendrá un espesor de 20 cm.

3.2. Superestructura

La superestructura sobre balasto que conformada por los siguientes elementos:

- Balasto (capas de asiento)
- Traviesas
- Sujeciones
- Carril y soldaduras

3.2.1. Capas de asiento (balasto)

La relación de parámetros que debe cumplir el balasto viene establecida en la ORDEN FOM/1269/2006, de 17 de abril, por la que se aprueban los Capítulos: 6.-Balasto y 7.-Subbalosta del pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios (PF) adaptada a la norma UNE-EN 13450 y a la norma UNE 146147.

El pliego de condiciones técnicas indica que el espesor mínimo del balasto es 35 cm bajo traviesa en eje de carril.

El balasto tendrá una naturaleza silíceo y será el que garantice de manera conjunta e integrada las funciones primordiales siguientes:

- Amortiguar las acciones que ejercen los vehículos sobre la vía al transmitirlas a la plataforma
- Repartir uniformemente estas acciones sobre dicha plataforma
- Impedir el desplazamiento de la vía estabilizándola en dirección vertical, longitudinal y transversal
- Facilitar la evacuación de las aguas
- Proteger los suelos de la plataforma contra la acción de las heladas
- Establecer un aislamiento eléctrico entre los carriles
- Permitir la recuperación de la geometría de la vía mediante operaciones de alineación y nivelación
- Optimizar unas adecuadas condiciones de rodadura y confort, considerando asimismo los factores de mantenimiento y conservación de la vía.

3.2.2. Traviesas

Las traviesas cubren una importante función como integrantes de una vía férrea, puesto que son un soporte de los carriles, asegurando su separación e inclinación, y transmiten al balasto las cargas que los carriles reciben de los trenes.

Se usarán las traviesas polivalentes monobloque de hormigón pretensado PR-90. Este modelo es el más habitual en las líneas de nueva construcción. Cabe destacar, que las traviesas se requieren únicamente para las zonas con plataforma en balasto. La vía en placa con carril embebido no precisa traviesas.

Las características más destacables de este tipo de traviesas son las siguientes

Longitud: 2,6 m

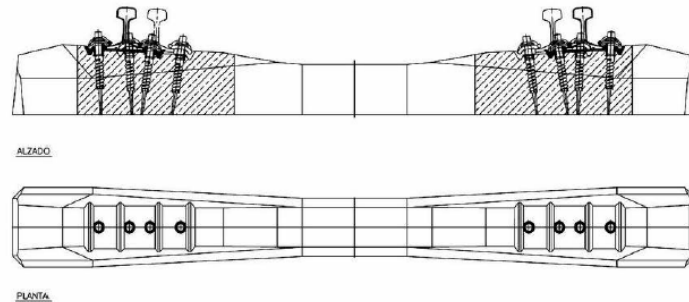
Peso aproximado: 320 kg

Anchura máxima en la base: 300 mm

Altura en la sección bajo eje de carril: 242 mm

Resistencia: hasta 22,5

Esquema de las traviesas PR-90



Fuente: Ficha informativa ADIF

3.2.3. Sujeciones

Para las traviesas PR-90, las sujeciones que suelen usarse son sujeciones elásticas con Clip SKL-3, un tirafondo AV-1, una vaina anti-giro extraíble, una placa elástica de asiento PAE de 7 mm de espesor y placas acodadas ligeras A2. El Clip elástico SKL-3 es el que se ha utilizado para el proyecto de prolongación de la línea de FGC del Vallés en Sabadell

Imagen de un Clip elástico SKL-1



Para los desvíos, se usarán sujeciones SKL-12 con componentes similares a los ya mencionados.

3.2.4. Carril y soldaduras

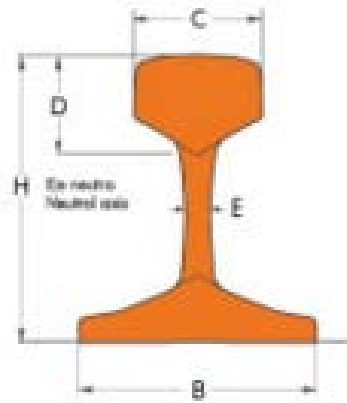
La velocidad de diseño es inferior a 160 km/h, se usa un carril UIC 54 con las características siguientes:

- Tipo de carril: 54 E1 (UIC 54)
- Norma: EN 13674-1
- Dimensiones (mm): para H 159, B 140, C 70, D 49,4 y para E 1 mm.
- Sección (cm²): 69,77

- Masa (kg/m): 54,77

Se realizarán soldaduras aluminotérmicas in situ conforma a las establecidas en el pliego de condiciones.

Perfil de un carril UIC 54



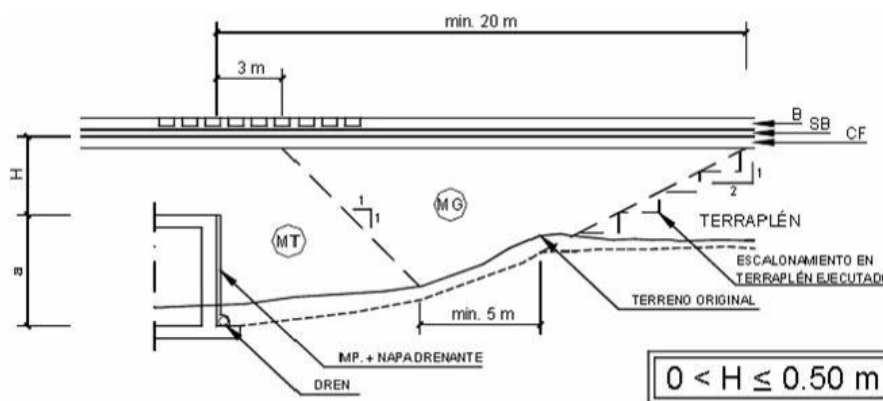
Fuente: Sito web Arcelor Mittal

3.2.5. Cuñas de transición

Dada que la rigidez del tablero del puente y de la plataforma son diferentes, se requiere contemplar la construcción de zonas de transición que eviten la sobreexcitación dinámica derivadas de diferentes deformabilidades verticales.

A continuación se presenta un esquema general de las cuñas de transición que limitan el deterioro excesivo de la vía en estos tramos de transición.

Esquema general de las cuñas de transición



Fuente: ADIF

4. Vía en placa

La vía en placa permite disminuir los costes de mantenimiento, pero además presenta otras ventajas como:

- Asegura una condiciones de geometría invariables y de tolerancias muy estrictas de la vía
- Resuelve el problema de la escasez y gran rechazo medioambiental de las canteras de balasto
- Es posible reducir la altura total del paquete de vía en túneles
- Reduce el peso total de la superestructura en puentes
- En algunos sistemas de vía en placa, la propia superestructura puede servir como vía de evacuación y como vía de acceso de los vehículos de socorro por el interior del túnel (sistema de carril embebido).

Cabe también mencionar las desventajas de esta solución que son principalmente su mayor coste y mayor dificultad de ejecución.

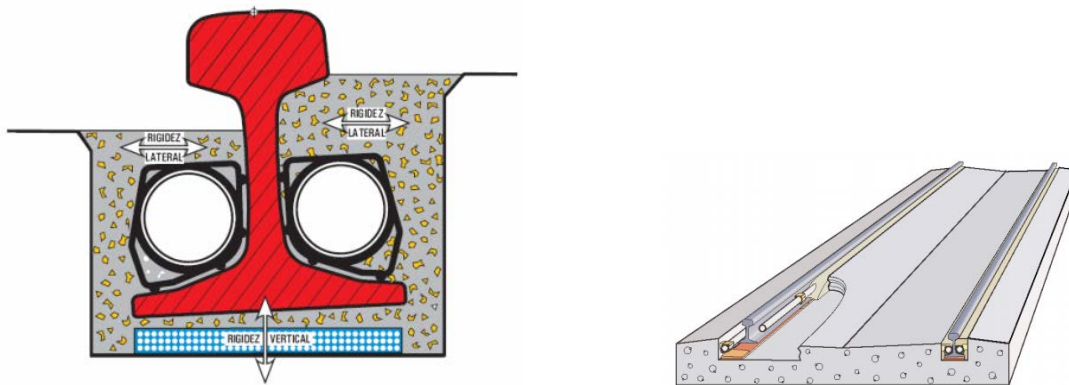
La vía en placa transmite los esfuerzos del carril a una losa de hormigón que los transmite a su vez al suelo. Existen varias formas de transmitir los esfuerzos del carril a la losa. Los sistemas de vía en placa más utilizados son los siguientes:

- Sistemas de losas flotantes
- Sistemas de placa continua construida in situ
- Sistemas de vía en placa con traviesas
- Vía en placa con bloques prefabricados aislados
- Vía en placa con carril embebido continuo.

En el presente proyecto, se opta por una vía en placa con carril embebido que se caracteriza por la sujeción continua del carril adhiriéndolo a una canaleta por medio de un elastómero que, además de fijar el carril, tiene propiedades elásticas que amortiguan las vibraciones producidas por el paso de los trenes. Por esta razón, este sistema se recomienda en las zonas urbanas. Además este sistema tiene la ventaja de permitir la circulación de vehículos de emergencia por encima de la superestructura. Por último, este sistema también ofrece la ventaja de eliminar las flexiones del carril entre apoyos de traviesas.

Esta canaleta puede estar hecha en una losa de hormigón o ser metálica y estar soldada o sujeta a la losa o al tablero metálico del puente.

Esquema del perfil de un carril embebido



Tanto en los túneles (túneles de mina, falsos túnel y túnel TBM) como en el único viaducto del trazado se instalará vía en placa. En los dos tramos a cielo abierto situados entre túneles o entre túnel y viaducto también se optará por plataforma en placa para evitar posibles problemas de transición.

5. Catenaria

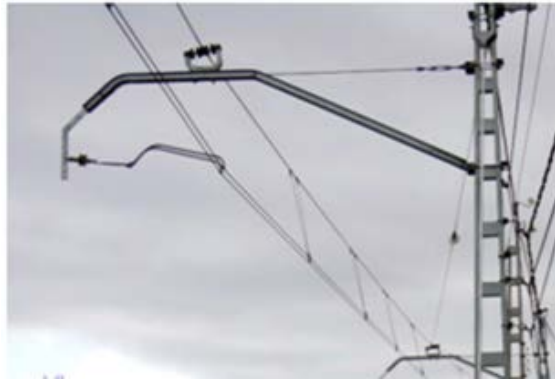
El tipo de catenaria varía a lo largo del trazado dependiendo de si es un tramo en abierto o en zonas de túnel o falso túnel.

En la red convencional de Adif hay diversos modelos de catenaria que se han instalado, siendo CA-160 y CA-220 los dos modelos más usados. Para la velocidad de diseño de la línea ferroviaria del presente proyecto (velocidad de diseño 160 km/h o menor), la catenaria más indicada será la CA-160.

Las principales características de este modelo son:

- Velocidad de diseño: 160 km/h
- Composición: Sustentador: Cu 150 mm², Hilos de contacto: 2 x Cu 107 mm²
- Tensiones mecánicas de montaje: Sustentador: 14.250 N, Hilos de contacto: 10.500 N
- Alturas nominales: Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m
- Pendiente máxima de los hilos de contacto: Pendiente máxima: 2 ‰ , Variación de pendiente máxima: 1 ‰
- Descentramiento: + 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm): $0,6 \times \text{Vano} / 1000$
- Ménsulas: tipo celosía.

Catenaria tipo CA- 160



Fuente: ADIF

En las zonas de túnel o falso túnel, se prevé una catenaria rígida. La catenaria rígida es la que se ha previsto en el proyecto de prolongación de la línea FGC del Vallés en Sabadell, sustituyendo el hilo de contacto con sustentador y al tercer carril conductor. El montaje del perfil de aluminio, portador del hilo de contacto, fijado rígidamente a la bóveda del túnel mediante herramientas y aislamientos adecuados, ofrece una posición vertical y horizontal constante. Además, la gran sección de paso de la corriente eléctrica permite prescindir de cables de alimentación paralelos.

La sujeción al techo o bóveda se hará mediante herramientas de suspensión y aisladores adecuados diseñados para facilitar el ajuste de altura y desplazamiento horizontal del perfil. El sistema de anclaje estará condicionado por las características del material de construcción del techo o bóveda y será idealmente del tipo químico y de alta seguridad.

Las características eléctricas serán para una tensión de servicio de 1500 Vcc respecto del negativo de vía puesto en el suelo.

Las características principales características de la catenaria rígida son:

- Material: aleación de aluminio
- Hilo de contacto de cobre de 120 mm^2
- Longitud máxima de cada barra rígida 500 metros
- Solapamiento entre barras consecutivas 6 metros
- Sección conductora 2214 mm^2
- Peso por metro lineal 5,8 kg
- Longitud entre apoyos 12 metros

Por último, se debe prever que la catenaria rígida cuente con una rampa para realizar una transición correcta con la catenaria flexible.

6. Sistemas de control y seguridad

Se entiende por instalación de seguridad los componentes, equipos y sistemas o conjuntos de ellos, homologados, instalados en tierra y a bordo de los vehículos con el fin de aumentar el nivel de seguridad de la circulación.

Actualmente la línea FGC del Vallés cuenta con un sistema de control de velocidad y frenado continuo. Este sistema se basa en los siguientes principios:

- Asegura una transmisión continua de órdenes de la vía al tren (códigos de velocidad) durante la ocupación de todo el cantón. Lo asegura la localización de un tren y la transmisión de continua de la posición del mismo al que le sigue.
- Permite una supervisión continua de la velocidad.
- Códigos de velocidad máxima y velocidad objetivo en cada cantón en función de las condiciones de señalización incluidas las restricciones permanentes o temporales de velocidad

En particular, el bloqueo mediante cantones móviles de la red FGC del Vallés es el sistema ATP, consiste en secciones de vía corta agregadas. Existen tres escalones de velocidad 90, 6 y 30 km/h. Las indicaciones en cabina son tan sólo mediante códigos de velocidad del tipo:

- 'aa': velocidad máxima permitida en el circuito por el que se circula
- 'bb': velocidad objetivo, o máxima permitida a la entrada del circuito siguiente

En lo relativo a los sistemas de bloquen, la red de FGC cuenta con bloqueos manuales y bloqueos eléctricos. Entre los bloqueos manuales, destacan dos tipos el bloqueo manual local (en uso tan sólo en caso de avería del bloqueo eléctrico) y el bloque manual central. El local consiste en un bloqueo telefónico clásico entre estaciones, el centra consiste en un radiotelefónico entre el puesto de mano y los maquinistas. Entre los bloqueos eléctricos, se encuentra el bloqueo automático, el más común en la red, y el bloqueo eléctrico simplificado para ramales de débil tráfico.

7. Detalle de la superestructura por tramos

P.K. inicial	P.K. final		Plataforma	Catenaria
0+00.00m	1+50.00m	A cielo abierto : <i>sauló</i>	Balasto	Flexible
1+50.00m	9+00.00m	Falso túnel	Vía en placa	Rígida
9+00.00m	21+80.00m	Túnel de la Rebasada (túnel de mina)	Vía en placa	Rígida
21+80.00m	23+50.00m	A cielo abierto : suelo bueno	Vía en placa	Rígida
23+50.00m	26+00.00	Falso túnel	Vía en placa	Rígida
26+00.00m	31+00.59m	Viaducto Sant Vinceç	Vía en placa	Flexible
31+00.59m	38+68.51m	Túnel Sant Adjutori (túnel de mina)	Vía en placa	Rígida
38+68.51m	41+35.77m	A cielo abierto: roca	Vía en placa	Flexible
41+35.77m	76+50.76m	Túnel de Collserola (túnel TBM)	Vía en placa	Rígida

ANEJO 11:

MOMIVIENTO DE TIERRAS

ANEJO 11: MOVIMIETNO DE TIERRAS

1.	Introducción	3
2.	Información de los tramos	3
2.1.	Tramo 1.....	3
2.2.	Tramo 2	4
2.3.	Tramo 3	4
2.4.	Tramo 4	5
2.5.	Tramo 5	5
2.6.	Tramo 6	6
3.	Balance total.....	7
3.1.	Lugares de disposición de las tierras sobrantes	7

1. Introducción

En el presente anejo se presenta una estimación del balance de tierras de la obra, analizando que puntos precisan aportaciones de tierras para la construcción de terraplenes y que puntos disponen de material sobrante.

Este estudio se realiza con tramo (6 tramos) de los cuáles dos se subdividen en sub-tramos. Este cálculo se hace a partir de los levantamientos topográficos del ICCG y a partir de la superficie del terreno creada de éstos. No obstante, cabe destacar que el resultado obtenido es una aproximación ya que hay ciertas imprecisiones en el cálculo de los volúmenes en las transiciones entre secciones. Además, hay que tener presente que las secciones de excavación no corresponden a las secciones presentadas en el Anejo 9 Túneles, la sección de excavación es mayor.

2. Información de los tramos

A continuación se adjunta la información de los balances de tierras en cada tramo, así como un comentario sobre el tipo de tierras sobrantes esperadas.

2.1. Tramo 1

2.1.1. Sub-tramo 1 - 1

El sub-tramo 1-1 se trata del tramo a cielo abierto, situado en la zona urbana de Sant Cugat.

P.K. inicial: 0+00.00 m

P.K. final: 1+50.00 m

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol, desmonte acumul, (m3)	Vol, reutilizable acumul, (m3)	Vol, terraplén acumul, (m3)
0+20,000	0,51	0	0,12	0	0	0	0
0+40,000	0	5	1,17	13,02	5	5	13,02
0+60,000	0	0	5,72	68,31	5	5	81,33
0+80,000	0	0	20,42	260,78	5	5	342,11
1+00,000	0	0	31,02	521,61	5	5	863,72
1+20,000	0	0	45,84	777,5	5	5	1641,22
1+40,000	0	0	61,87	1091,45	5	5	2732,66
1+60,000	0	0	0	623,54	5	5	3356,2

El material es básicamente tierra vegetal y arena.

Se precisa aportación de material.

2.1.1. Sub-tramo 1 - 2

El sub-tramo 1-2 corresponde al primer falso túnel.

P.K. inicial: 1+50.00 m

P.K. final: 9+00.00 m

	Longitud (m)	Sección excavación (m3)	Volumen de excavación (m3)
entre pantallas	490	60	29400
con bóveda	260	57	14820

El material tiene la composición de un suelo de llanura aluvial.

2.2. Tramo 2

El tramo 2 corresponde al túnel de la Rabassada.

P.K. inicial: 9+00.00 m

P.K. final: 21+80.00 m

	Longitud (m)	Sección excavación (m3)	Volumen de excavación (m3)
en recta	324,36	68	22056,5
en curva	655,64	70	45894,8

El material es básicamente suelo vegetal, sauló y roca fragmentada por los explosivos.

2.3. Tramo 3

2.3.1. Sub-tramo 3 - 1

Se trata de un tramo a cielo abierto.

P.K. inicial: 21+80.00 m

P.K. final: 23+50.0 m

P.K.	Área de desmonte (m2)	Volumen de desmonte (m3)	Área de terraplén (m2)	Volumen de terraplén (m3)	Vol, desmonte acumul, (m3)	Vol, reutilizable acumul, (m3)	Vol, terraplén acumul, (m3)
21+80,000	0,33	3,43	6,5	63,44	3,43	3,43	63,44
22+00,000	29,76	308,97	6,34	125,35	312,4	312,4	188,79
22+20,000	54,26	863,95	0,38	65,63	1176,35	1176,35	254,42
22+40,000	50,07	1072,37	0	3,72	2248,72	2248,72	258,14
22+60,000	34,65	869,22	0	0	3117,94	3117,94	258,14
22+80,000	20,05	560,81	2,57	25,09	3678,75	3678,75	283,23
23+00,000	11,23	320,34	0,72	32,09	3999,09	3999,09	315,32
23+20,000	6,4	180,15	0,48	11,66	4179,24	4179,24	326,98
23+40,000	1,65	82,2	7,02	73,03	4261,44	4261,44	400,01
23+60,000	0	16,84	0	68,36	4278,28	4278,28	468,37

Las tierras sobrantes son suelo vegetal, arena y un poco de sauló.

2.3.2. Sub-trama 3 - 2

Se trata del segundo falso túnel

P.K. inicial: 23+50.00 m

P.K. final: 26+00.00 m

	Longitud (m)	Sección excavación (m3)	Volumen de excavación (m3)
en recta	30	57	1710
en curva	220	56	12320

El material es una combinación de tierra vegetal, arena sedimentaria y sauló.

2.4. Tramo 4

El tramo 4 es un viaducto, no implica movimiento de tierras apreciables.

P.K. inicial: 26+00.00 m

P.K. final: 31+00.59 m

2.5. Tramo 5

2.5.1. Sub-tramo 5 - 1

Se trata del túnel de Sant Adjutori.

P.K. inicial: 31+00.59 m

P.K. final: 38+68.51 m

	Longitud (m)	Sección excavación (m3)	Volumen de excavación (m3)
en recta	456	68	31008
en curva	312	70	21840

El material es básicamente roca fragmentada por los explosivos.

2.5.2. Sub-tramo 5 - 2

Se trata de un tramo en sección a cielo abierto entre dos túneles.

P.K. inicial: 38+68.51 m

P.K. final: 41+35.77 m

P.K.	Área de desmonte	Volumen de	Área de terraplén	Volumen de	Vol, desmonte	Vol, reutilizable	Vol, terraplén
------	---------------------	---------------	----------------------	---------------	------------------	----------------------	-------------------

	(m2)	desmonte (m3)	(m2)	terraplén (m3)	acumul, (m3)	acumul, (m3)	acumul, (m3)
38+80,000	33,08	330,75	0	0	330,75	330,75	0
39+00,000	34,68	677,47	0	0	1008,22	1008,22	0
39+20,000	1,75	364,19	5,01	50,12	1372,41	1372,41	50,12
39+40,000	0,02	17,72	13,51	185,15	1390,13	1390,13	235,27
39+60,000	0	0,25	30,57	440,75	1390,38	1390,38	676,02
39+80,000	0	0	52,28	828,47	1390,38	1390,38	1504,49
40+00,000	0	0	51,28	1035,53	1390,38	1390,38	2540,02
40+20,000	0	0	25,87	771,53	1390,38	1390,38	3311,55
40+40,000	0	0	11,2	370,8	1390,38	1390,38	3682,35
40+60,000	0	0	7,12	183,18	1390,38	1390,38	3865,53
40+80,000	6,18	61,79	7,77	148,8	1452,17	1452,17	4014,33
41+00,000	135	1411,79	0	77,68	2863,96	2863,96	4092,01
41+20,000	96,7	2316,95	0	0	5180,91	5180,91	4092,01
41+40,000	0	966,94	0	0	6147,85	6147,85	4092,01

El material es una combinación de tierra vegetal, arena sedimentaria y sauló.

2.6. Tramo 6

Se trata del túnel de Collserola.

P.K. inicial: 41+35.77 m

P.K. final: 75+50.73 m

Longitud (m)	Sección excavación (m3)	Volumen de excavación (m3)
3514,96	78,5	275924

El material es básicamente roca machada.

Se ha estimado que la ejecución mediante pantallas del pozo de ataque generará 15 800 m³ de tierra. Se trata de un suelo compuesto de depósitos aluviales.

También, se toma en cuenta que necesitarán como mínimo 7 000 m³ de tierra para realizar la ampliación de la Estación de Mundet (realizar los andenes y el edificio de la estación).

3. Balance total

Una vez analizados los tramos de forma individual, se realiza el balance total de tierras. Las tierras sobrantes de la excavación y de los desmontes se podrán utilizar para los terraplenes.

Material sobrante (m3)			Aportaciones de material para terraplenes (m3)	Balance total (material sobrante m3)
Roca sana	Sauló	Suelo		
396 724	74 050	10 431,14	-14 916,56	466 288,22

Se deduce pues que sobrarían 466 288 m³ de tierras.

3.1. Lugares de dipositación de las tierras sobrantes

Se observa que gran parte de las tierras sobrantes son producto de la excavación de los túneles de mina con explosivos y del túnel ejecutado con tuneladora. Así pues se les podrá encontrar un uso o aprovechamiento. Por un lado, este tipo de roca sobrante de carácter granítico con contenido de cuarcitas presenta unas características idóneas para la generación del balasto de las vías. No obstante, en el presente proyecto hay un único tramo de vía en balasto y es de tan sólo 150 metros. Por ello, estas tierras podrían aprovecharse en otras obras. Por otro lado, estas tierras también se pueden destinar a rellenar antiguas canteras y contribuir de este modo a mejorar el entorno.

Las tierras que no puedan destinarse a antiguos vertederos o canteras, se podrán llevar a los vertederos más cercanos y en servicio. Éstos son el depósito controlado del Papiol y el depósito controlado de Badalona.

ANEJO 12:
**Estudio de impacto
ambiental**

ANEJO 12: Estudio de impacto ambiental

1.	Planteamiento del estudio	3
2.	Descripción del proyecto y sus acciones	3
3.	Inventario ambiental	4
3.1.	Vegetación.....	4
3.2.	Fauna	7
3.3.	Afectación sobre la red Natura 2000	8
3.4.	Usos del suelo.....	9
4.	Identificación, caracterización y valoración de impactos	11
4.1.	Metodología	11
4.2.	Identificación y caracterización de impactos	14
4.2.1.	Fase de construcción	15
4.2.2.	Fase de explotación	22
4.3.	Valoración de impactos	25
4.4.	Comparación de alternativas	31
5.	Propuestas de medidas preventivas, proyectoras y correctoras	32
5.1.	Consideraciones generales.....	32
5.2.	Medidas preventivas en fase de diseño	32
6.	Plan de Vigilancia Ambiental	36
6.1.	Marco legal.....	36
6.2.	Responsabilidad del seguimiento.....	36
6.3.	Estructura metodológica: 2 fases	36
6.4.	Verificación de los impactos.....	36
6.5.	Control de la aplicación de las medidas de prevención y corrección del impacto	39
6.6.	Control de los informes técnicos.....	43
6.7.	Manual de buenas prácticas ambientales.....	44

1. Planteamiento del estudio

El presente anejo tiene por objeto evaluar los efectos producidos en el entorno a raíz de la ejecución y puesta en marcha de las actuaciones planteadas. El estudio de impacto ambiental es el desarrollo técnico de la evaluación ambiental estratégica, de carácter ordinario, a la que está sujeto el presente proyecto básico.

En Cataluña el marco jurídico actual respecto de la evaluación de impacto ambiental de proyectos es el regulado mediante la Ley 21/2013, de diciembre de 2013, de evaluación ambiental (BOE nº. 296 11.12.2013) que reúne en un único cuerpo legal la anterior normativa relativa a la evaluación ambiental de planes y programas y a la evaluación ambiental de proyectos. Esta Ley deroga expresamente el texto refundido de la Ley de evaluación de impacto ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, y el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el cual se aprueba el Reglamento para la ejecución de Real decreto legislativo 1302/1988, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental. (Fuente: Medi Ambient – Generalitat de Catalunya).

Este proyecto responde a la actual saturación de trenes de las líneas de FGC que conecta Barcelona con el Vallés Occidental. La terminal en Barcelona se encuentra en el centro de la ciudad, en Plaza Cataluña, y la línea se divide en Sant Cugat para seguir hacia Tarrasa, Rubí o Sabadell. Actualmente, se están completando las obras de extensión tanto en Tarrasa como en Sabadell. El Vallés Occidental es una comarca que cuenta con más de 900 661 habitantes (1 de enero 2015). Esta comarca es una continuación de la Región Metropolitana de Barcelona, la relación socio-económica que existe entre el Barcelonés y el Vallés Occidental es muy estrecha. Por ello, la demanda de transporte entre ellas es tan fuerte y se encuentra en continuo aumento.

La situación de saturación del número de trenes que pasa por el túnel de Sarria imposibilita aumentar la oferta de servicio de las líneas del Vallés y hace necesario el desdoblamiento para poder satisfacer la demanda actual y potencial de viajeros con una calidad de servicio adecuada.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se estructura en 5 capítulos:

1. Descripción del proyecto y sus acciones
2. Inventario ambiental. Descripción y valoración del medio físico y biológico y socioeconómico
3. Identificación, caracterización y valoración de impactos
4. Medidas proyectoras y correctoras
5. Plan de Vigilancia Ambiental

2. Descripción del proyecto y sus acciones

La descripción de las alternativas planteadas en el presente proyecto y la alternativa de trazado escogida se encuentra en el Anejo 6. Análisis de Alternativas y Anejo 7 Trazado.

Las actuaciones principales durante la construcción del trazado serán:

- Construcción de túneles con explosivos, que tendrán un impacto sonoro y de vibraciones considerables
- Construcción de desmontes

- Construcción de terraplenes
- Construcción de plataforma viaria
- Construcción de cruces elevados y subterráneos

Las acciones listadas aquí tendrán un efecto sobre el entorno pudiendo crear un efecto barrera sobre el paso de fauna y, durante su construcción, una contaminación sonora y medioambiental.

3. Inventario ambiental

A continuación se expone el estado ambiental actual de la zona, es decir, el medio físico y biológico de la zona. La nueva línea ferroviaria transcurre en el núcleo urbano de Sant Cugat, atraviesa la Sierra de Collserola hasta salir del lado Este en la zona de urbana de Mundet. La Sierra de Collserola tiene una dimensión ambiental de Parque Natural establecido por el decreto 146/2012 de 19 de octubre.

Mapa urbanístico de la zona del proyecto



Fuente: Departament de Territori i Sostenibilitat

Como la climatología, la geología, la hidrogeología y la hidrología se analizan en Anejos anteriores, no se presentarán a continuación. La descripción del contexto socioeconómico se realiza a lo largo de la justificación del interés del presente proyecto.

3.1. Vegetación

La vegetación de la zona del proyecto se caracteriza principalmente por la vegetación propia de la Sierra de Collserola, puesto que gran parte del trazado transcurre en el Parque Natural de Collserola. No obstante, en la zona de la Estación de Sant Cugat, la vegetación es la propia a la plana que ha sido transformada por la acción humana. Por ello, en el núcleo urbano y alrededores de Sant Cugat sólo quedan claros de bosque en las colinas poco favorables al cultivo – bosque de pino blanco con algún fragmento de encinar - así como en los márgenes hundidos de los torrentes que surcan la depresión donde nace la vegetación de ribera.

La vegetación de la Sierra de Collserola es la típica de una sierra mediterránea próxima al mar. En el lado del Vallés, se caracteriza principalmente por bosques de pino blanco (*Pinus halepensis*). También destaca la vegetación baja de maquis, matorrales y prados a parte de campos de cultivo. Tiene una población estimada de 10 000 millones de árboles y más de 1 000 especies de plantas.

La información a continuación – detalle de la vegetación del Parque Natural de Collserola – se ha extraído y seleccionado de la página web de dicho Parque.

Ambientes forestales

Pinares

La mayor parte de los pinares de Collserola corresponden en realidad a bosques mixtos en los que el pino carrasco (*Pinus halepensis*) forma el estrato superior, y las encinas (*Quercus ilex*), los robles (*Quercus cerrioides*) y otras especies rebrotadoras, el inferior. Encontramos, pues, un denso sotobosque formado por las especies del encinar. De hecho, podríamos hablar de un encinar que queda tapado por debajo de los pies de pino blanco que sobresalen. Por otro lado, encontramos los pinares de pino carrasco sobre matorrales de apariencia más abierta, que tienen su origen en antiguos campos de cultivo, especialmente viñedos, en los que el suelo había sido profundamente trabajado.

Encinar

En las laderas del Puig d'Olorda y en la umbría de la riera de Vallvidrera encontramos el bosque de encinas (*Quercetum ilicis galloprovinciale*), El estrato arbóreo lo preside la encina (*Quercus ilex*), acompañada por algún roble (*Quercus cerrioides*) y algún pino carrasco (*Pinus halepensis*). Podemos diferenciar un estrato arbustivo alto (1,5-3 m) formado por grandes arbustos de porte arbóreo, como el durillo (*Viburnum tinus*), el aladierno (*Rhamnus alaternus*), el agracejo (*Phillyrea latifolia*), el madroño (*Arbutus unedo*). En el estrato arbustivo más bajo (0,5-1 m) encontramos el rusco (*Ruscus aculeatus*), la esparraguera (*Asparagus acutifolius*), la rubia (*Rubia peregrina*) y la hiedra (*Hedera helix*), que tapiza el suelo o trepa por los troncos.

Encinar con robles

El roble es la especie dominante en cuanto a densidad, mientras que las encinas y algunos magníficos ejemplares de pino carrasco (*Pinus halepensis*) son los árboles acompañantes. Las especies que encontramos son: el serbal (*Sorbus domestica*), el encinar mediterráneo (*Quercetum ilicis galloprovinciale* subasociación *quercetosum cerrioides*), el acebo (*Ilex aquifolium*), el rusco (*Ruscus aculeatus*) y la adelfilla (*Daphne laureola*), los helechos, como el polipodio (*Polypodium vulgare*) y el polístico (*Polystichum setiferum*), y varias especies de musgos.

Ambientes de ribera

En Collserola el ambiente de ribera está bien representado en la riera de Sant Medir y los torrentes de la misma cuenca, la riera de Vallvidrera y la Rierada, el torrente de Sant Iscle y la riera de Sant Cugat. La línea ferroviaria del presente proyecto atraviesa la riera de Sant Medir o/y sus torrentes.

En los ambientes de ribera se encuentran especies como la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), el ailanto (*Ailanthus altissima*), el plátano (*Platanus hispanica*) o el plátano falso (*Acer pseudoplatanus*). Más alejadas del aguam pero siguiendo su curso, encontramos especies de sauces (*Salix* sp.), fresnos (*Fraxinus angustifolia* y *F. excelsior*), álamos (*Populus alba*), chopos (*Populus nigra*) y algunos olmos (*Ulmus minor*)

Ambientes acuáticos

La nueva línea FGC del Vallés pasa por el espacio de aguas quietas de Can Borell. Un pantano es un manto de aguas estancadas y poco profundas, con una dinámica ecológica totalmente diferente de los espacios fluviales, donde el agua está en movimiento. Entendido como ecosistema, en un pantano conviven plantas sumergidas y flotantes, como algas, juncos, lirios de agua, etc., que constituyen un hábitat donde pueden anidar y pasar el invierno algunas aves acuáticas, pequeños mamíferos, anfibios, insectos y muchas otras especies hidrófilas.

Matorrales

Después de los pinares, las formaciones más representativas son los matorrales y la brolla. Se trata de formaciones arbustivas sustitutorias. El papel ecológico de estas formaciones arbustivas es esencial para la función que tienen de retención del agua de lluvia, de protección del suelo y de refugio para la fauna.

Fotografía de matorrales



Fuente: Parc Natural Collserola

Matorrales. La máquia

La maquia es una formación vegetal arbustiva bastante densa, prácticamente impenetrable, que no supera los 3 m de altura, muy representativa del paisaje mediterráneo y constituida por especies de hoja perenne. En Collserola encontramos maquias de brezo (*Erica arborea*) y madroño (*Arbutus unedo*), la encina (*Quercus ilex*), la coscoja (*Quercus coccifera*), el roble (*Quercus cerrioides*) o el matabueyes (*Bupleurum fruticosum*), las lianas, como la zarzaparrilla (*Smilax aspera*), la madreselva (*Lonicera implexa*) o la clemátide (*Clematis flammula*).

Brolla

De altura inferior a la maquia, la brolla es una formación arbustiva que puede alcanzar hasta 1 m de altura, más o menos rala y donde las gramíneas todavía tienen un papel importante. Las especies que predominan son las jaras (*Cistus sp.*), la aulaga morisca (*Ulex parviflorus*) y la aulaga negra (*Calicotome spinosa*).

Padros

El prado sabanoide de cerrillo (*Hyparrhenietum hirta-pubescentis*) lo localizamos, básicamente, en la vertiente barcelonesa que coincide con la solana de la sierra.

Fotografía de padros



Fuente: Parc Natural Collserola

3.2. Fauna

En este apartado se presenta un inventario de las especies más frecuentes en el área del proyecto. El inventario se ha realizado a partir de la fauna del Parque Natural de Collserola, donde están presentes casi todas las especies propias del bosque mediterráneo, con más de 190 clases de vertebrados.

Fauna forestal

Nombre común	Nombre científico
AVIFAUNA	
Herrerillos	<i>Parus sp.</i>
Agateadores	<i>Certhia brachydactyla</i>
Curruca	<i>Sylvia sp.</i>
Petirrojos	<i>Erithacus rubecula</i>
Palomas torcaces	<i>Columba palumbus</i>
Carbonero capuchino	<i>Parus cristatus</i>
Azor (rapaces)	<i>Accipiter gentilis</i>
Gavilán	<i>Accipiter nisus</i>
Busardo ratonero común	<i>Buteo buteo</i>
Cárabo	<i>Strix aluco</i>
MAMIFEROS	
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>
Ratón de campo	<i>Apodemus sylvaticus</i>
Jabalíes	<i>Sus scrofa</i>
Gineta	<i>Genetta genetta</i>

Fauna de matorrales y malezas y padros

Nombre común	Nombre científico
AVIFAUNA	
Curruca	<i>Sylvia sp.</i>
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>
Curruca rabilarga	<i>Sylvia undata</i>
Curruca de garriga	<i>Sylvia cantillans</i>
Ruiseñor	<i>Luscinia megarhynchos</i>
Chochín	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>

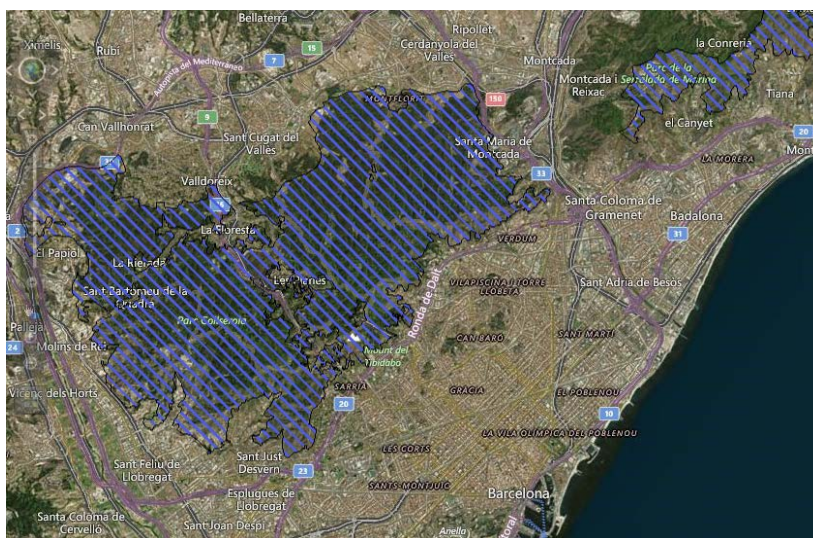
Verdugo	<i>Lanius excubitor</i>
Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>
Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>
Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>
Curruca rabilarga	<i>Sylvia undata</i>
Cernícalo	<i>Falco tinnunculus</i>
Tarabilla común	<i>Saxicola torquata</i>
Buitrón	<i>Cisticola juncidis</i>
Urracas	<i>Pica pica</i>
VERTEBRADOS	
Conejos	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Lagartija ibérica	<i>Podarcis hispanica</i>
Lagartija colilarga	<i>Psamodromus hispanicus</i>
Culebra de escalera	<i>Elaphe scalaris</i>
Culebra bastarda	<i>Malpolon monspessulanus</i>
INVERTEBRADOS	
Mariposa del madroño	<i>Charaxes jasius</i>
Somereta	
Langosta	<i>Brachycrotaphus tryxalicerus</i>
Chinche de campo	<i>Vibertiola cinerea</i>

3.3. Afectación sobre la red Natura 2000

La *Directiva 92/43/CEE*, sobre conservación de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres, traspuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 1997/1995, propone en su artículo 3 la creación de una red ecológica europea de zonas de especial conservación, denominada Red Natura 2000.

El objetivo de esta Red es contribuir al mantenimiento de la diversidad biológica mediante la conservación de los hábitats naturales y de las especies de fauna y flora silvestres consideradas de interés comunitario. Esta Red de Espacios Protegidos está formada por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que se incorporan directamente a la Red y que están declaradas en virtud de la aplicación de la *Directiva 79/409/CEE* para la Conservación de las Aves Silvestres y por las Zonas de Especial Conservación (ZEC) que se conceden tras un minucioso proceso de selección a partir de las listas de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) presentadas por los Estados miembros, con objeto de dar cumplimiento a la citada *Directiva de Hábitats*. La legislación española establece que las Comunidades Autónomas elaboraran la lista de lugares de interés comunitario que pueden ser declaradas zonas de especial conservación.

Parque Natural de Collserola – Red Natura 2000



Fuente: Visor de la Red Natura 2000

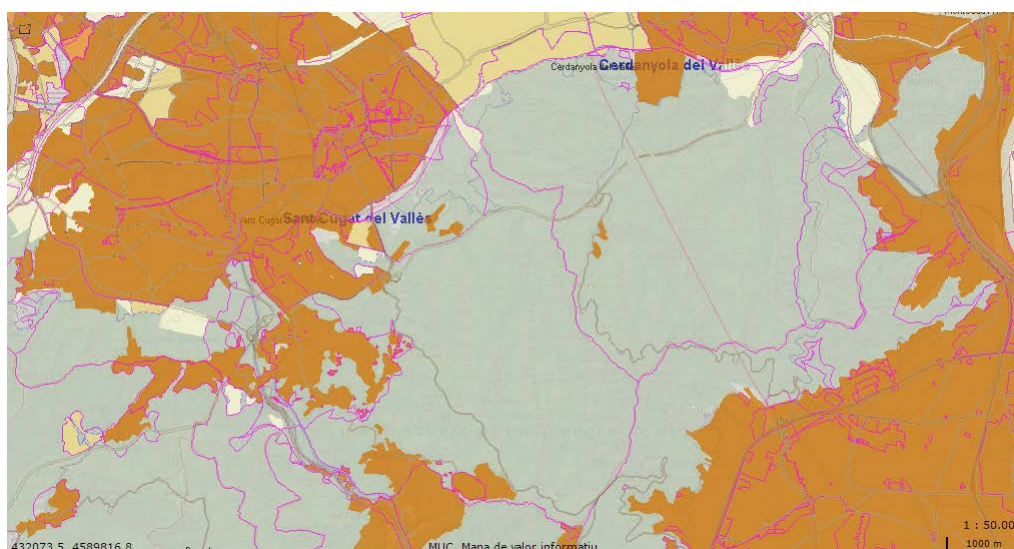
La lista LIC incluye la Sierra de Collserola, que corresponde a la totalidad del espacio incluido en el Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN). El PEIN establece una red de 65 espacios naturales representativos de la amplia variedad de ambientes y formaciones naturales presentes en Cataluña. El ámbito de protección de la Sierra de Collserola es el mismo que el Plan Especial de Ordenación y Protección del Medio Natural del Parque de Collserola excluyendo las zonas calificadas de suelo urbano y de suelo urbanizable.

3.4. Usos del suelo

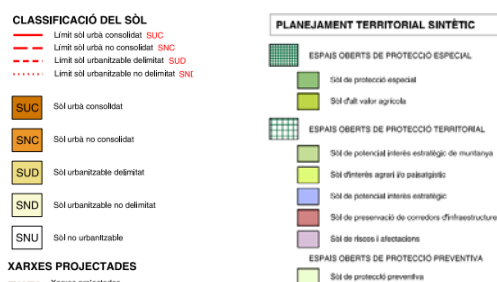
Como ya se ha mencionado, el trazado atraviesa el Parque Natural de Collserola que se trata de un suelo no urbanizable protegido. A principios del siglo XX, en gran parte de la sierra había cultivos y los bosques eran explotados intensamente, pero estas actividades ya casi no se realizan.

De hecho, tal y como se puede observar en la siguiente imagen, alrededor del 80% del trazado de la nueva línea FGC entre Sant Cugat y Mundet se trata de un espacio del Plan Especial de Ordenación y Protección del Medio Natural del Parque de Collserola (PEPCo) del año 1987, que será substituido por el Plan Especial de Protección del Medio Natural y del Paisaje (PEPNat). Además, el Parque también se engloba en el PEIN y en la Red Natura 2000. El PEPNat se encuentra en proceso de redacción. En diciembre de 2014, la Comisión Institucional de redacción del Plan aprobó l'Avanç de Pla Especial que define las estrategias de éste.

Imagen del mapa urbanístico de la zona del proyecto



Fuente: Departament de Territori i Sostenibilitat



El decreto 146/2012 de 19 de octubre por el cual se estableció la Sierra de Collserola como Parque Natural busca entre otros reforzar el objetivo de conservación frente a la protección meramente urbanística. El Artículo 6.8. y el Artículo 8.1. hacen referencia a la construcción de nuevas infraestructuras

<< Article 6 Normes bàsiques de protecció del Parc Natural

6.8 S'admeten la conservació, el manteniment i la millora de les infraestructures, els equipaments i les instal·lacions existents en l'àmbit del Parc, sens perjudici de l'aplicació de les normes que estableixin els instruments de planificació previstos a l'article 8, així com la construcció de noves infraestructures, equipaments i instal·lacions i l'ampliació de les existents que siguin requerides per la planificació territorial o sectorial, que s'han d'adequar al que preveu la normativa vigent en matèria d'avaluació ambiental.

Article 8 Pla especial per a la protecció del medi natural i del paisatge

8.1 El Departament de Medi Ambient i Habitatge, en col·laboració amb l'òrgan gestor del Parc Natural, els departaments de la Generalitat corresponents i les corporacions locals de l'àmbit del Parc, ha de formular el Pla especial de protecció del medi natural i del paisatge, que ha de tramitar-se d'acord amb els articles 5, 21.2 i 29.3 de la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals. Aquest Pla requereix informe previ de l'òrgan gestor del Parc abans de l'inici de la seva tramitació administrativa.>>

El Plan Especial de Protección del Medio Natural y del Paisaje (PEPNat) se basa en 8 estrategias, la estrategia nº 4 “las infraestructuras del parque” aborda el tema de la construcción de nuevas

infraestructuras. En dicha estrategia se explica que dada la ubicación del parque, en la Área Metropolitana de Barcelona, la convivencia del parque con grandes infraestructuras de comunicación y de servicios es inevitable. Por ello, el PEPNat establecerá las características que tienen que reunir las infraestructuras existentes y las de nueva creación. El PEPNat también establecerá las condiciones y criterios para la realización de obras de mantenimiento, de mejora, ampliación o nueva construcción de las infraestructuras de servicios.

Por lo tanto, en el proyecto constructivo del desdoblamiento de la línea FGC del Vallés se deberán cumplir los criterios y condiciones establecidos por el PEPNat para poder llevar a cabo la construcción de esta nueva línea.

4. Identificación, caracterización y valoración de impactos

4.1. Metodología

La metodología seguida para la evaluación de los impactos del presente estudio se ajusta a lo establecido en el R.D. 1131/88, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.

Dado que se trata de un proyecto básico, el presente estudio del impacto ambiental se trata de un estudio previo al que deberá formar parte del futuro estudio constructivo.

Dicho Real Decreto establece la metodología del estudio de impacto ambiental y describe las etapas que se deben seguir.

1. Identificación de impactos

El paso previo a la caracterización y valoración de impactos es la identificación de los mismos, que deriva del estudio de las interacciones entre las acciones del proyecto y las características específicas de los aspectos ambientales considerados.

2. Caracterización de impactos

Para cada uno de los impactos identificados, se procede a describir sus características, especificando los procesos que tienen lugar: sus causas y consecuencias.

3. Valoración de impactos

La valoración de los impactos previamente identificados y caracterizados se realiza en función de su nivel de importancia. En cada caso, se indica los procedimientos empleados y el valor del impacto respecto al factor del medio analizado.

4. Evaluación de impactos

En última instancia, la evaluación consiste en valorar el impacto resultante de la ejecución de cada una de las alternativas, teniendo en cuenta todos los factores del medio físico, biológico y socioeconómico.

CRITERIOS DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Con el fin de homogeneizar la caracterización de impactos, se utilizan los criterios definidos en la tabla siguiente:

NATURALEZA	DESCRIPCIÓN
NEGATIVO	<p>Un impacto será negativo cuando su efecto se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecogeográfica, el carácter y la personalidad de una localidad o área determinada.</p> <p>Asimismo, se han catalogado como negativos aquellos efectos que, sin suponer un perjuicio claro sobre las características del medio, conllevan una transformación artificial del entorno sin claros efectos positivos.</p>
POSITIVO	Se considera un efecto positivo, aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis de coste-beneficio genérico de la actuación contemplada.
CARÁCTER	<p>Según este criterio los impactos se clasifican en:</p> <p><u>Simples</u>: Aquellos que se manifiestan sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin provocar la inducción de nuevos efectos, ni la acumulación, ni la sinergia.</p> <p><u>Acumulativos</u>: Aquellos que, al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementan progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.</p> <p><u>Sinérgicos</u>: Aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.</p> <p>Asimismo, se incluye en este tipo de efecto aquel cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.</p>
DURACIÓN	<p>Permite clasificar los impactos en:</p> <p><u>Temporales</u>: Aquellos que suponen una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación determinable, y coincidente con el de la actuación que se evalúa.</p> <p><u>Intermedios</u>: Aquellos cuyos efectos se prolongan un plazo variable tras la finalización de la actuación a evaluar, pero no son permanentes.</p> <p><u>Permanentes</u>: Aquellos que suponen una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.</p>
RECUPERABILIDAD	<p>Clasifica los impactos en:</p> <p><u>Recuperables</u>: Aquellos en los que la alteración que producen puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana y, asimismo, aquellos en los que la alteración que suponen puede ser reemplazable.</p> <p><u>Difusos</u>: Son aquellos en los que la capacidad de recuperación del espacio degradado o alterado por la actuación permite una recuperabilidad parcial.</p> <p><u>Irrecuperables</u>: Aquellos en los que la alteración o pérdida que suponen es imposible de reparar o restaurar, ni por la acción natural ni por la humana</p>
PROYECCIÓN ESPACIAL	<p>Clasifica los impactos en:</p> <p><u>Localizados</u>: Aquellos que se limitan espacial y superficialmente al espacio al que se circunscribe la actuación.</p>

	<p><u>Circundantes</u>: Los efectos de la actuación o uso superan los límites perimetrales de la misma, afectando al entorno cercano.</p> <p><u>Extensos</u>: Aquellos efectos que superan los límites lejanos de la actuación. La superficie abarcada por el impacto trasciende ampliamente las zonas circundantes.</p>
REVERSIBILIDAD	<p>Permite clasificar los impactos en:</p> <p><u>Reversibles</u>: Aquellos en los que la alteración producida por la actuación puede ser asimilada por el entorno a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales y de la sucesión ecológica y a los mecanismos de autodepuración del medio.</p> <p><u>Desiguales</u>: Son aquellos cuya reversibilidad es variable dentro del área afectada por la actuación, dando lugar a zonas reversibles e irreversibles.</p> <p><u>Irreversibles</u>: Aquellos que suponen la imposibilidad o “dificultad extrema” de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.</p> <p>Por último, cabe señalar que, para la caracterización de los efectos positivos no se han utilizado los mismos criterios que para la caracterización de los negativos, ya que no tiene sentido, en este tipo de impactos, la utilización de los criterios de recuperabilidad y de reversibilidad.</p>

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

Dicha valoración se determinará cualitativamente y con detalle para cada aspecto del medio afectado, expresando tal valoración en consonancia con el R.D. 1.131/88, con matices y atendiendo a la escala que se indica en la tabla siguiente.

IMPACTO COMPATIBLE	Aquel cuya reversibilidad es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas protectoras o correctoras, o las precisa de pequeña entidad. También se incluyen aquellos que provocan la pérdida de factores ambientales que no conlleva un cambio en el valor ambiental del entorno.
IMPACTO MODERADO	Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras demasiado intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. También se incluyen aquellos que ocasionan un cambio perceptible en el valor ambiental del conjunto.
IMPACTO SEVERO	Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, a pesar de las medidas tomadas, la recuperación precisa un período de tiempo dilatado. Asimismo se incluyen aquellos que ocasionan la pérdida de un valor ambiental notable en el conjunto
IMPACTO CRÍTICO	Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable, produciendo una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Además de estas categorías establecidas se han utilizado categorías intermedias de valoración, dando lugar a una graduación, por orden de menor a mayor gravedad, que se refleja a continuación:

- Impacto COMPATIBLE
- Impacto LEVE
- Impacto MODERADO
- Impacto ALTO
- Impacto SEVERO
- Impacto CRÍTICO

Además de estas categorías de impacto, y de cara a la valoración de los impactos positivos, se han establecido las siguientes definiciones:

CLASIFICACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS

IMPACTO FAVORABLE	Impacto positivo cuyos efectos sobre el medio son difícilmente cuantificables en unidades medibles, ya sea por su carácter intangible o por verificarse sus efectos a largo plazo (superior a 5 años). Contará con 2 niveles de intensidad en la valoración cuantitativa: Favorable y Muy Favorable
IMPACTO BENEFICIOSO	Impacto positivo cuyos efectos sobre el medio son cuantificables en algún tipo de unidad y suponen una mejora del medio físico o socioeconómico, tangible a corto (1 año) o medio plazo (5 años). Contará con 2 niveles de intensidad en la valoración cuantitativa: Beneficioso y Muy Beneficioso

4.2. Identificación y caracterización de impactos

En este apartado se enumeran y describen los impactos producidos por las diferentes actuaciones ligadas a la construcción y posterior explotación del proyecto, sobre los factores medioambientales definidos en el apartado correspondiente al análisis ambiental.

Los impactos que se caracterizarán son:

1. Impactos sobre la geología y la geomorfología
2. Impactos sobre la calidad atmosférica
3. Impactos sobre la calidad acústica y vibraciones
4. Impactos sobre la hidrología superficial y subterránea
5. Impactos sobre la vegetación
6. Impactos sobre la fauna
7. Impactos sobre el paisaje
8. Impactos sobre el patrimonio histórico cultural
9. Impactos sobre la productividad territorial
10. Impactos sobre la población

Identificados los impactos previstos, se pasa a describir los aspectos más relevantes que los caracterizan, según los cuales, en apartados posteriores, se procede a su valoración. El objeto final es precisar la caracterización de los impactos más probables, para proceder a su descripción detallada, y definir en el apartado siguiente, las medidas preventivas, protectoras y correctoras que deban ser adoptadas para evitarlos, minimizarlos o corregirlos a lo largo o tras la finalización de las obras.

La exposición de los impactos producidos se realizará haciendo especial hincapié en aquellos más habituales de acuerdo con las características de la obra proyectada, que son los siguientes:

- **Molestias a los vecinos**
 - Ruido en fase de construcción y en fase de explotación en el área no soterrada
 - Vibraciones en fases de construcción y explotación
 - Emisiones químicas en fase de construcción

- Alteración de la permeabilidad transversal en fase de construcción
- Impactos sobre el medio **hidrológico e hidrogeológico**
 - Afección sobre las rieras, torrentes y riales identificados en el anejo de Hidrología
 - Posible interacción con corrientes subterráneas de agua
 - Afección sobre la calidad de las aguas superficiales y subterráneas durante la ejecución de las obras en las épocas de lluvias derivado del arrastre de sólidos en superficies removidas o de una inadecuada gestión de residuos.
- Disponibilidad de emplazamientos autorizados para **el vertido** de excedentes de tierra procedente de la excavación en fase de construcción.
- Impactos sobre **la fauna y la vegetación** del Parque Natural de Collserola y sobre el patrimonio cultural de éste.

A continuación se identifican y caracterizan los impactos producidos en cada fase: fase de construcción y fase de explotación.

4.2.1. Fase de construcción

4.2.1.1. Impactos sobre la geología y geomorfología

Los impactos sobre la geología y geomorfología propios a las infraestructuras ferroviarias son los siguientes:

- Afección al modelado del terreno

La extracción o depósito de materiales procedentes de la excavación de los falsos túneles y de los túneles producirá un cambio radical en la configuración morfológica del mismo, al modificarse las pendientes y la continuidad del relieve. Esto produce un efecto destacada de interrupción de las formas actuales.

Asimismo, las excavaciones, necesarias para ejecutar el soterramiento, y la necesidad de vertederos, para ubicar los excedentes de tierras, son las principales causas de impacto sobre el modelado del terreno. También hay que tener presente la necesidad de tierras para el relleno de la parte superior de los tramos de “cut and cover” (falsos túneles) hasta conseguir la nivelación del terreno excavada con el relieve circundante. Cuando sea posible, se optará por reutilizar los excedentes de la excavación en el posterior relleno del hueco formado, siempre que estos materiales resulten aptos desde el punto de vista geotécnico.

El trazado del presente proyecto transcurre principalmente en la Cordillera de Collserola que presenta un relieve ondulado y asimétrico formado por un conjunto de pequeñas montañas con altitudes entre los 400 y 500 metros alineadas en dirección NE a SW. El impacto sobre el modelado geomorfológico tendrá un efecto de carácter:

- en los vertederos definitivos : NEGATIVO, SINÉRGICO, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE
- en las zonas del trazado en las que el soterramiento se ejecuta en superficie y en las zonas de ocupación temporal (como las áreas de instalaciones auxiliares y acopios temporales de tierras): NEGATIVO, SINÉRGICO, TEMPORAL, RECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

- Riesgo de erosión

Los procesos erosivos durante la fase de construcción se producen como consecuencia de los movimientos de tierras, del movimiento de maquinaria, del vertido de sobrantes y, en general, de todas aquellas actividades que, derivadas de la actuación, supongan una alteración en la cobertura vegetal y en la forma del relieve.

Este tipo de impacto tendrá un carácter: NEGATIVO, SIMPLE, TEMPORAL, RECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE en las instalaciones provisionales, zonas de acopio temporal y túneles ejecutados desde la superficie.

4.2.1.2. Impacto sobre los suelos

Desde el punto de vista edafológico, los suelos son el resultado de un proceso de formación dinámico, extremadamente lento y, a la vez muy sensible a las actuaciones y acciones humanas. Su función fundamental es ser el soporte de la vegetación, por lo que su destrucción supone una pérdida de elevado valor.

El trazado del presente proyecto transcurre principalmente en la Cordillera de Collserola que está constituido por materiales muy antiguos (pizarras y esquisto de la Era primaria) que recubren un núcleo basal de granito. Cabe destacar que el trazado no transcurre por tierras agrícolas.

El impacto sobre los suelos tendrá un impacto de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

4.2.1.3. Impactos sobre la calidad atmosférica

Durante la fase de construcción tendrá lugar en las inmediaciones de las obras un incremento en los niveles de emisión de contaminantes y de partículas de polvo debido a:

- La pulverización y abrasión de materiales del suelo por la aplicación de fuerzas procedentes de elementos mecánicos (ruedas de vehículos, palas, dientes, etc.) y la remoción de partículas por la acción de corrientes turbulentas de aire en suelos o acopios de materiales.
- Las emisiones de contaminantes (CO, NOx, HC y partículas) procedentes de los motores de combustión interna que equipan a la maquinaria de obra y vehículos de transporte.

Estas emisiones tienen su origen en las siguientes actividades de obra:

- Excavaciones y extracción del material resultante,
- Perforaciones perimetrales para la construcción de pantallas,
- Carga y descarga de camiones tanto de materiales al tajo como la retirada de excedentes, como tierras y escombros
- El movimiento y operación de la maquinaria empleada
- Uso de cargas explosivas para construir los túneles en mina

Por lo tanto, se trata de un impacto con carácter: NEGATIVO, ACUMULATIVO, TEMPORAL, RECUPERABLE, EXTENSO y REVERSIBLE.

4.2.1.4. Impactos sobre la calidad acústica y de vibraciones

El confort ambiental en relación con las emisiones acústicas y de vibraciones ligadas a la fase de construcción por el incremento del tráfico de vehículos pesados, maquinaria y procesos constructivos es considerado como uno de los principales factores ambientales cuya alteración implica un impacto severo sobre la población.

La correcta caracterización del impacto acústico y de vibraciones es fundamental para el adecuado diseño de las medidas preventivas y protectoras que tienen como objeto minimizar el nivel de inmisión que perciba la población hasta alcanzar valores admisibles. Los niveles máximos permitidos están definidos en la legislación RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Los efectos del ruido y las vibraciones sobre las personas son muy complejos y, a pesar de que se han realizado diversos estudios al respecto en sus vertientes médica, social, psicológica y económica, aún siguen estando mal definidos. No obstante, se reconoce que estar sometido a unos niveles sonoros y de vibraciones superiores a ciertos límites y de forma más o menos continua, causa por lo menos, molestias y, en ocasiones, otras alteraciones fisiológicas y psicológicas más graves.

La fase de construcción se caracteriza por acciones que generan un incremento de los niveles sonoros y de vibraciones en el entorno de actuación, producido fundamentalmente por la circulación de maquinaria, las excavaciones o los movimientos de tierras, dependientes del proceso constructivo elegido, que suponen el tránsito de un número elevado de vehículos pesados. La magnitud del impacto dependerá de los niveles sonoros y de vibraciones que se alcancen con el procedimiento de construcción elegido, y de la proximidad de las edificaciones a las zonas de obra en las zonas urbanas.

Las zonas urbanas representan un tercio del recorrido total de la línea ferroviaria del presente proyecto (unos 3 kilómetros de los casi 8 del proyecto total son en zona urbana). El impacto sobre la calidad acústica y de vibraciones es: NEGATIVO, SIMPLE, TEMPORAL, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE Y REVERSIBLE.

4.2.1.5. Impactos sobre la hidrología superficial y subterránea

- Cambios en la calidad de las aguas superficiales

Las distintas acciones de la obra, como los movimientos de tierras y maquinaria, pueden dar lugar a la ocurrencia de vertidos accidentales en la superficie de los terrenos que por escorrentía pudieran finalmente desembocar en cursos fluviales. Estos ocasionarían un deterioro en la calidad de las aguas cuya magnitud estará en función tanto del estado actual de las mismas, como de la capacidad de dilución y autodepuración del cauce finalmente afectado. Este impacto se evitaría en gran medida con la aplicación de medidas protectoras y correctoras adecuadas.

Esta potencial alteración de la calidad de las aguas superficiales tendrá un carácter: NEGATIVO, SINÉRGICO, DE DURACIÓN INTERMEDIA, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE.

- Riesgo de contaminación de los acuíferos

Cualquier posible impacto sobre la calidad de las aguas subterráneas, provocado por la construcción de las obras, va a estar relacionado con el vertido de contaminantes sobre la superficie del terreno, en cauces de ríos y afluentes, con vertidos directos en la zona saturada de los acuíferos, a través de excavaciones a cielo abierto, pozos, sondeos y cualquier otro tipo de taladro, etc.

El riesgo de contaminación por vertidos accidentales es mayor cuanto mayor y/o más tóxico es el líquido vertido y cuánto más superficial sea el nivel freático. Este impacto, cuando tiene lugar, se puede considerar de carácter: NEGATIVO, ACUMULATIVO, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, EXTENSO e IRREVERSIBLE.

4.2.1.6. Impactos sobre la vegetación

En este caso se consideran los impactos sobre la vegetación atendiendo a la superficie afecta por el trazado y a la tipología de la unidad, previamente valorada, a partir de su naturalidad, singularidad, grado evolutivo y diversidad.

Los impactos sobre la vegetación pueden ser directos o indirectos, generados a través de otros componentes del ecosistema, como la atmósfera las aguas y los suelos. Los primeros tienen lugar sobre todo en la fase de construcción mientras que los segundos suelen producirse en la de explotación.

La magnitud del impacto adquirirá mayor o menor relevancia según la superficie de alteración y el valor de la vegetación afectada. Los impactos derivan de la eliminación de la cobertura vegetal. Como consecuencia de los movimientos de tierra y de la inserción de la infraestructura en el territorio, es necesario eliminar la cobertura vegetal existente en el ámbito de actuación. Además, el desplazamiento de maquinaria y materiales, la preparación de emplazamientos para los acopio temporales de tierras, las necesidades de áreas de vertedero y los tramos del trazado que se ejecutan desde la superficie (falsos túneles) o en superficie requieren la retirada de la cobertura vegetal de las zonas afectadas.

La naturaleza de esta alteración en las zonas de ocupación definitiva tendrá un impacto de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, TEMPORAL, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE en aquellos puntos que se revegeten una vez finalizadas las obras.

4.2.1.7. Impactos sobre la fauna

Los principales impactos sobre la fauna se detallan a continuación:

- Destrucción de hábitats por ocupación de suelos y movimientos de tierras

El conjunto de las actuaciones de obra y, en especial, el despeje y desbroce a realizar como paso previo a las excavaciones, trae consigo la eliminación del sustrato vegetal sobre el que se desarrollan, cobijan y alimentan las distintas comunidades animales características de los hábitats presentes en el área de estudio. Cuando estos se encuentran ampliamente representados en el conjunto de la zona, el efecto se limita a una huida de especies hacia zonas cercanas. Sin embargo, en el caso de que los ecosistemas afectados posean escasas representación en el entorno, la capacidad de supervivencia de las especies afectadas se vería comprometida.

El efecto producido se considera que tendrá un impacto de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, INTERMEDIO, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE.

- Cambios en el comportamiento de las comunidades faunísticas presentes en el entorno

El movimiento de tierras, el incremento en el tránsito de maquinaria y personas, inherentes a la construcción de este tipo de infraestructuras, generan una serie de molestias sobre las comunidades faunísticas presentes en las inmediaciones del ámbito de estudio (parques y jardines principalmente).

Las emisiones a la atmósfera, tanto en lo referente al ruido como a las materias en suspensión, polvos, etc., pueden provocar la huida de especies de los lugares donde habitualmente desarrollan sus actividades, o bien ocasionar cambios en su comportamiento habitual como consecuencia de la interferencia del mismo con las actuaciones humanas. Estos cambios pueden tener consecuencias de especial gravedad si coinciden con las épocas más sensibles, como son las de cría y nidificación.

Este efecto es, en todo caso, es de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE.

4.2.1.8. Impactos sobre los espacios protegidos

Uno de los impactos más importante de este proyecto es el impacto sobre el espacio protegido del Parque de Collserola, puesto que habrá un impacto sobre la geología y el suelo, sobre la vegetación y la fauna, sobre la hidrología superficial y subterránea. Esto generará un impacto NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, DIFUSO y IRREVERSIBLE.

4.2.1.9. Impactos sobre el paisaje

El paisaje actual se verá modificado por la ejecución del proyecto ferroviario. Durante la fase de construcción, el impacto en el medio urbano se considera negativo, a causa de la presencia de numerosos elementos de construcción relacionados con la infraestructura, como parques de maquinaria y movimiento de vehículos y maquinaria que tendrán una gran incidencia en la calidad y percepción del paisaje circundante por parte de la población. Este impacto se considerará de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, TEMPORAL, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE.

La obra en superficie también generará un impacto visual, especialmente el viaducto. En este caso se generará un impacto: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO y DESIGUAL.

4.2.1.10. Impactos sobre el patrimonio histórico cultural

Las distintas actuaciones de la obra, en particular los movimientos de tierras necesarios, tanto para la construcción de la nueva línea como para el vertido de materiales, pueden provocar la pérdida de restos arqueológicos presentes en las inmediaciones. Con relación a esta posible pérdida, cabe establecer las siguientes diferenciaciones:

- En las excavaciones : los movimientos de tierras pueden provoca una destrucción directa de restos
- En el relleno o zonas de vertido de materiales, se produce una pérdida de la capacidad de recuperación de los terrenos que quedaría sepultados por la actuación.
- Otras actuaciones, como el tránsito de maquinaria, realizadas en superficies con presencia de restos arqueológicas, pueden provocar un deterioro de los mismos.

Pese a la desaparición de muchos vestigios arqueológicos de la Sierra de Collserola por la incidencia de la ciudad de Barcelona con la apertura de vías de comunicación y establecimientos residenciales, quedan aún ruinas de poblados ibéricas, varios restos de la época de dominación romana y ventales y restauraciones de estilo gótico. Además, también hay castillos medievales, ermitas e iglesias, numerosas masías y fuentes.

El trazado en su tramo que atraviesa la Sierra de Collserola se mayoritariamente en túnel, pero también un tramo en superficie y otro en viaducto. Para todas las alternativas de trazado, se ha respetado pasar cerca de masías o zonas con interés histórico particular.

El impacto sobre el territorio produce un efecto de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IIRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

4.2.1.11. Impactos sobre la productividad sectorial

- Sector primario

A priori, no se han detectado explotaciones agrarias o agrícolas que se hayan a ver afectas. En caso de que haya, el impacto sería de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

- Sector secundario

Debido a las necesidades de la actuación ingenieril, se incrementará la demanda de materiales de construcción e ingeniería de instalaciones, favoreciendo a sectores importantes en este sentido. Se ha considerado este impacto como: POSITIVO, SINÉRGICO, TEMPORAL, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE.

- Sector terciario

Este sector económico se potenciará por el incremento de la demanda, procedente de los trabajadores empleados en la construcción de la nueva línea ferroviaria. Este incremento de la demanda se puede llegar a traducir a parámetros económicos cuantitativos. También serán demandados otro tipo de servicios, como quizás la hostelería, alojamiento, etc. Nuevos servicios serán necesarios para atender las necesidades de la población trasladada a consecuencia de las obras. Se ha considerado este impacto como: POSITIVO, SINÉRGICO, TEMPORAL, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE.

4.2.1.12. Impactos sobre la población

- Incremento de la población activa

Durante la fase de construcción, el aumento de la demanda de mano de obra, no sólo derivará de la necesidad de empleos directos en el sector de la construcción, sino que también se producirá una demanda en el sector servicios (restaurantes, hostelería, etc.) como consecuencia de la necesidad de cubrir los requerimientos de los trabajadores de la obra. Este efecto se considera de carácter: POSITIVO, SINÉRGICO, TEMPORAL, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE.

- Expropiaciones y destrucción directa de construcciones

La expropiación de terrenos y el potencial destrucción de construcciones suelen ir ligadas a la necesidad de suelo para la construcción de estas infraestructuras. Este efecto se considerará: NEGATIVO, SINÉRGICO, PERMANENTE o TEMPORAL, en función del carácter de la expropiación, IRRECUPERABLE o RECUPERABLE según el carácter de la expropiación, LOCALIZADO, REVERSIBLE o IRREVERSIBLE según el carácter de la expropiación.

- Alteraciones en el tráfico durante la fase de obras

Estas alteraciones se encuentran ligadas a la construcción de cualquier proyecto en zonas habitadas o próximas a éstas. Derivan, principalmente, de las necesidades de suelo y del tránsito de maquinaria de obra. Su efecto se traduce en la alteración de los movimientos de vehículos en el entorno de la actuación. Así, en las zonas menos habitadas, la intersección de caminos o carreteras obliga a buscar rutas alternativas. El tránsito de maquinaria pesada puede dificultar los desplazamientos por las carreteras de segundo orden. Se aprovechará el viario existente de mayor entidad para acceder al tajo de obra. Los viales deberán ser debidamente señalizados. En su defecto, tal circunstancia podría poner en peligro la seguridad vial, tanto de los vehículos como de los viandantes. El uso de las vías urbanas para el transporte de excedentes de tierras a la zona de vertido, vertederos autorizados o canteras en proceso de restauración generará molestias por el uso temporal compartido de las vías urbanas por los camiones.

Estos efectos serían potencialmente importante en las zonas más densamente pobladas, sobretodo en la zona de Sant Cugat, y se considerarán: NEGATIVOS, SINÉRGICOS, TEMPORALES, RECUPERABLES, CIRCUNDANTES y REVERSIBLES.

- Permeabilidad transversal del territorio

Durante la fase de construcción, se iniciará un impacto negativo como consecuencia del efecto barrera que se genera especialmente a ambos lados de la línea ferroviaria. No obstante, en zona urbana, la nueva línea ferroviaria está soterrada con la excepción del tramo en que la nueva línea va paralela a la existente donde el trazado es en superficie. El efecto barrera ya se produce.

En cualquier caso, este tipo de impacto se considera de carácter: NEGATIVO, SINÉRGICO, TEMPORAL, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE, ya que todo tramo nuevo dentro de la ciudad discurrirá soterrado o no molestará al tráfico.

4.2.2. Fase de explotación

4.2.2.1. Impactos sobre la geología y geomorfología

Estos impactos en fase de explotación son una continuación de los iniciados durante la fase de construcción como consecuencia del carácter permanente de algunas de las alteraciones producidas.

- Afección al modelado del terreno

Esta continuidad se manifiesta en la implantación de vertederos, modificando el modelado original del terreno. Este impacto tendrá un carácter: NEGATIVO, SINÉRGICO, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

- Riesgo de erosión y de inestabilidad

Estos riesgos deberán estar minimizados desde la fase de diseño mediante la adopción de las medidas protectoras o correctoras necesarias para la estabilización de las tierras en las monteras de los túneles, vertederos, etc. Este impacto tendrá un carácter: NEGATIVO, SINÉRGICO, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

4.2.2.2. Impactos sobre los suelos

Durante esta fase no se considera que la circulación de trenes suponga alteraciones nuevas que agraven o introduzcan nuevas afecciones sobre los suelos.

En los tramos en que la nueva línea va en sección a cielo abierto se va a producir una ocupación en superficie, el impacto será NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

Los vertederos más cercanos y en servicio son el depósito controlado del Papiol y el depósito controlado de Badalona. En dichos vertederos se considera que el impacto será de carácter POSITIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE, puesto que la superficie ocupada podría ser objeto de restauración vegetal.

4.2.2.3. Impactos sobre la calidad atmosférica

De acuerdo con el artículo 9.2 del Decreto 52/2007 de 10 de julio establece en que municipios debe llevarse a cabo un balance de la calidad atmosférica. En el caso de este proyecto, se deberá realizar un balance de emisiones de óxido de nitrógeno para el municipio de Barcelona y de partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras para el municipio de San Cugat y de Barcelona.

4.2.2.4. Impactos sobre la calidad acústica y de vibraciones

El confort ambiental en relación con las emisiones acústicas ligadas a la fase de explotación por el tráfico de trenes en superficie es considerado como uno de los principales factores ambientales cuya alteración implica un impacto sobre la población, siempre y cuando se superen los niveles máximos permitidos en la vía pública de acuerdo al R.D. 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- Incremento en los niveles de ruido

En las zonas urbanas, el carácter mayoritariamente subterráneo del proyecto minimiza cualquier impacto sonoro durante la fase de explotación de la infraestructura. En la salida de la Estación de Sant Cugat dirección Mundet, el trazado irá en superficie paralelo al trazado actual a lo largo de un kilómetro, aproximadamente.

El efecto producido una vez puesta en explotación la línea se considera NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENT, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE y REVERSIBLE en los tramos que discurre en superficie. En los tramos soterrados, el impacto será de carácter POSITIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE.

- Incremento en los niveles de vibraciones

Durante la fase de explotación, el paso de trenes a través de la línea genera unas emisiones de vibraciones que en función del tipo de terreno circundante podrían amplificar los niveles de vibración en el entorno. En general, las vibraciones pueden ser analizadas como el propio efecto vibratorio, así como el ruido generado por la oscilación en su proceso de transmisión a través de las estructuras de las edificaciones circundantes. En ambos casos, esta circunstancia produce una serie de efectos negativos, a nivel fisiológico, psicológico y de comportamiento sobre la población receptora del mismo.

El efecto producido se considera de carácter NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE.

4.2.2.5. Impactos sobre la hidrología subterránea

Los impactos sobre la hidrología son los siguientes:

- Alteración de la calidad de aguas subterráneas

Durante la fase de explotación, aunque en menor medida pero durante mucho más tiempo que en la fase de construcción, es posible el vertido de pequeñas cantidades de hidrocarburos, así como el vertido accidental de sustancias químicas transportadas por el ferrocarril, que pueden llegar a ser muy severas en función del volumen y la toxicidad de las sustancias vertidas. Dado que la explotación de la vía no contempla el transporte de mercancías, este impacto es realmente NULO.

- Alteración del flujo hidráulico

El posible efecto sobre los flujos subterráneos de agua dependerá de la presencia de dichos elementos. Es por lo tanto, y a falta de información de sondeos, DESCONOCIDO.

4.2.2.6. Impactos sobre la vegetación

Una vez realizadas las obras, los impactos previsibles serán los resultantes de las acciones previas de ocupación del espacio. En las áreas en la que se va a producir ocupación en superficie con la nueva

infraestructura el impacto será de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, TEMPORAL, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE. En los vertederos, se estima que el impacto será POSITIVO, SIMPLE, PERMANENTE, RECUPERABLE, LOCALIZADO y REVERSIBLE, puesto que la superficie ocupada podría ser objeto de restauración vegetal.

4.2.2.7. Impactos sobre el paisaje

En la zona urbana de Sant Cugat, el tramo que discurre en superficie no genera un impacto mucho mayor al presente hoy por la línea FGC Sant Cugat-Plz.Cataluña. El otro impacto importante es el producido por el Viaducto.

Por lo tanto se considera que se genera un impacto NEGATIVO, PERMANENTE, RECUPERABLE, SINÉRGICO y REVERSIBLE.

4.2.2.8. Impactos sobre el planteamiento urbanístico

Los impactos urbanísticos producidos en esta fase son una prolongación de los generados durante la fase de construcción como consecuencia de la pérdida de suelo con carácter permanente en la zona ocupada por el trazado en superficie. Además de la pérdida de suelo, cabe destacar la necesidad de actualización del planeamiento, respetando y adecuándose a la normativa en vigor. Por lo tanto, este impacto se caracteriza de tipo NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

4.2.2.9. Impactos sobre la población

- Expropiaciones

Los impactos producidos en esta fase son una prolongación de los generados durante la fase de construcción como consecuencia de la necesidad de establecer una banda de expropiación definitiva en los tramos de ferrocarril que discurren en superficie y se alejan del dominio público ferroviario.

Este impacto cabe caracterizarlo como de carácter: NEGATIVO, SIMPLE, PERMANENTE, IRRECUPERABLE, LOCALIZADO e IRREVERSIBLE.

- Permeabilidad territorial

Las infraestructuras lineales que discurren en superficie en fase de explotación generan un efecto barrera. Se trata de un impacto negativo que repercute a ambos lados de la línea. En zona urbana, el trazado del presente proyecto transcurre en superficie únicamente en Sant Cugat, prácticamente en paralelo al trazado actual de la línea FGC Sant Cugat – Plz.Cataluña. Por lo tanto, el efecto barrera relacionado con la infraestructura ferroviaria ya se da en el municipio de Sant Cugat.

Este impacto se caracterizaría como NEGATIVO, SINÉRGICO, PERMANENTE, RECUPERABLE, CIRCUNDANTE e IRREVERSIBLE.

4.3. Valoración de impactos

En el presente apartado, se valora cuantitativamente los 9 impactos identificados en el apartado anterior.

4.3.1. Impactos sobre la geología y la geomorfología

La extracción o depósito de materiales procedentes de la excavación de los falsos túneles y de los túneles producirá un cambio radical en la configuración morfológica del mismo, al modificarse las pendientes y la continuidad del relieve. Esto produce un efecto destacado de interrupción de las formas actuales.

Las acciones principales que originan estos efectos son las excavaciones, necesarias para ejecutar el soterramiento de la nueva vía y la necesidad de vertederos para ubicar los excedentes de tierras que se obtengan. La excavación genera unos excedentes de tierras que es necesario trasladar a vertedero. Asimismo, hay que tener en cuenta la necesidad de tierras para el relleno de la parte superior de los tramos en los que el túnel se ejecute en 'cut and cover', hasta conseguir la nivelación del terreno excavado con el relieve circundante. La solución óptima consistirá en reutilizar los excedentes de la excavación en el posterior relleno del hueco formado, siempre que estos materiales resulten aptos desde el punto de vista geotécnico. Del mismo modo, para las zonas de terraplén se requerirá tierras para alcanzar el nivel de terreno deseado. Cuando calidad de los materiales extraídos en las zonas de desmonte o en los túneles sea adecuada, se podrán utilizar estos materiales para el relleno en las zonas de terraplén.

A continuación se muestra la escala de valoración de impactos y los volúmenes estimados de tierra excavada en cada alternativa en función del método de construcción. Para los falsos túneles, la sección de excavación es de 55 m² y para los túneles en mina y los túneles de tuneladora, es de 65 m². Se considera que los tramos en desmonte generan un tercio de tierra sobrantes por metro que por túnel. Del mismo modo, se supone que los tramos en terraplén necesitan un tercio de tierra por metro que por túnel. Además, se considera que las tierras excedentes son adecuadas para el relleno del terraplén. Se sabe que el suelo de la Sierra de Collserola en niveles no superficiales es de roca sana que se podrá reutilizar para el relleno de las zonas en terraplén. Por último, también se considera que la tierra necesaria para restablecer el suelo en las zonas de falso túnel podrá ser, en primer lugar, la misma tierra que ya existe y, en segundo lugar, de la tierra excavada. Como no se disponen de sondeos geológicos, se opta por no estimar el volumen de tierra necesaria restablecer el nivel del suelo en las zonas de falso túnel.

Alternativa	Metros lineales según tipo de construcción				Vol. de tierras sobrantes (m³)	Vol. de tierras necesarias (m³)	Bilan (m³)	Impacto
	En superficie		Falso túnel	Túnel				
	Terraplén	Desmonte						
A – 1	350	1320	1080	4180	359700	-7583	352117	Alto
A – 2	450	1180	560	5050	384617	-9750	374867	Severo
A – 3	400	2030	0	4770	354033	-8667	345367	Alto

Fuente: Elaboración propia

Como ya se ha mencionado, todas las alternativas resultan excedentes, de forma que las tierras sobrantes deberán retirarse a vertedero. Cuanto mayor es el volumen de tierras en excedente mayor es el impacto negativo sobre la geología y la geomorfología.

4.3.2. Impactos sobre la calidad atmosférica

El impacto sobre la calidad atmosférica se produce durante la construcción de la nueva línea ferroviaria. Concretamente, el impacto se da cuando se realizan los falsos túneles en zona urbana, en las situaciones provisionales o en las actuaciones que se realizan desde la superficie (ripado de vías, pasos superiores, etc.).

Se considera que el impacto sobre la calidad atmosférica es del mismo orden en las tres alternativas de trazado propuestas dado que las fuentes generadoras de polvo y partículas se localizarán a lo largo de todo el trazado y en las instalaciones auxiliares. En los tramos de construcción con explosivos y los tramos con tuneladora, los impactos se concentran en la entrada y salida de los correspondientes túneles. Además, el tránsito de camiones se realizará desde cada uno de los tajos de obra hasta las instalaciones auxiliares conllevando la utilización de los viales de las inmediaciones.

Por lo tanto, el impacto sobre la calidad atmosférica se calcula en función del tipo de construcción en zona urbana. Como en la zona urbana de Barcelona para las tres alternativas se ha propuesto un túnel con tuneladora con una zona de ataque situada al sur de la Estación de Metro de Mundet, el estudio del impacto sobre la calidad atmosférica se lleva a cabo únicamente para la zona urbana de Sant Cugat.

El valor de los impactos en fase de construcción se estima en función de la longitud de actuaciones que se prevén ejecutar desde la superficie en el tramo urbano de Sant Cugat. No se incluirá el tramo de túnel en mina en la zona urbana de Sant Cugat. Cabe precisar que los tramos en que no se excave y se coloque únicamente la plataforma y la superestructura se minorará el impacto por un factor de 0,2.

A continuación, se muestran los metros lineales por tipo de construcción para cada alternativa en la zona urbana de Sant Cugat. En la última columna, se valora el impacto.

Alternativa	Metros lineales por tipo de construcción en los tramos de la zona urbana de Sant Cugat			Metros lineales de afectación con factor aplicado	Impacto
	En superficie		Falso túnel		
	Sin excavación	Con excavación			
A – 1	300	0	1080	1140	Moderado
A – 2	400	780	560	1420	Moderado
A – 3	550	1750	0	1860	Severo

Fuente: Elaboración propia

El impacto sobre la calidad durante la explotación se considera como NULO.

4.3.3. Impactos sobre la calidad acústica y vibraciones

El impacto sobre la calidad acústica y las vibraciones se produce en la fase de construcción y en la fase de explotación. En esta última, el impacto se da en los tramos en superficie.

En lo que se refiere a fase de construcción, el ruido y las vibraciones son resultado principalmente de dos actividades:

- La propia actividad de la maquinaria de ejecución e instalaciones. Este impacto se limita a las zonas de actuación de la obra.
- La actividad de aporte y retirada de material a los tajos correspondientes.

Se considera que se puede hacer una evaluación cualitativa del impacto sobre la calidad acústica y vibraciones debida a la construcción puesto que se trata de un impacto temporal y que dicho impacto sería similar para las tres alternativas. Por un lado, las Alternativas 1 y 2 tienen una longitud muy parecida (7,5 km y 7,8 km) y incluyen prácticamente las mismas estructuras. Aunque el trazado de la Alternativa 1 y 2 transcurren por zonas diferentes, sobretodo en la zona urbana de Sant Cugat y de Barcelona, el impacto a las viviendas es similar. En la zona urbana de Sant Cugat, la Alternativa 1 transcurre en falso túnel entre viviendas durante un tramo mayor que la Alternativa 2. Para la Alternativa 3, transcurre en una zona de viviendas durante un tramo más largo que las otras dos alternativas. Para las tres alternativas propuestas, se considera que en la zona urbana de Sant Cugat y en las inmediaciones de la Estación de Mundet el impacto de ruido y vibraciones durante la fase de construcción sería SEVERO. Se deben tomar medidas preventivas y correctoras.

Para la fase de explotación el impacto sonoro y de vibraciones se evalúa en función de la longitud lineal en sección a cielo abierto o en viaducto. Los tramos en superficie en zonas urbanas situados a 80 metros o menos de edificios se un factor de 100. En zona urbana pero situado a más de 80 metros, se aplica un factor 50.

Alternativa	Metros lineales en				Metros lineales de afectación con factor aplicado	Impacto
	sección a cielo abierto			Viaducto (x1)		
	zona urbana a 80 m o - de edificios (x100)	zona urbana a + 80 m de edificios (x50)	Otros (x1)			
A – 1	300	0	1620	350	31920	Moderado
A – 2	600	0	1030	600	61630	Severo
A – 3	730	400	1300	1500	95800	Crítico

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Impactos sobre la hidrología superficial y subterránea

Se considera que el impacto sobre la hidrología superficial es prácticamente idéntico para las tres alternativas puesto que se intersecan de forma similar las mismas cuencas.

Por otro lado, dado que no se disponen de sondeos, no se puede realizar un estudio del impacto.

4.3.5. Impactos sobre la vegetación

El impacto sobre la vegetación se estima en función de los metros lineales de los diversos tipos de construcción de cada alternativa. Se tomarán en cuenta en la evaluación los tramos a cielo abierto o en falso túnel o en viaducto. En las zonas de falso túnel se minorará el efecto con un coeficiente de 0,4 puesto que se puede regenerar la vegetación tras la excavación y emplazamiento de las bóvedas prefabricadas. En el caso de los viaductos, dado que se sitúan en una zona muy boscosa del Parque Natural de Collserola se considera que no se debe aplicar un factor para disminuir su efecto respecto

a la sección a cielo abierto. Pero en las zonas en sección abierta situadas en el Parque Natural de Collserola, parque protegido, se aplica un factor 1,3.

Se considera que el impacto sobre la vegetación en los tramos en túnel profundo se concentra en los puntos de entrada y salida y que éste es idéntico para todas las alternativas. Además, las tres alternativas cuentan con un viaducto en zonas con características parecidas, por ello se considera que el impacto sobre la vegetación del viaducto es idéntico para cada uno de las alternativas y, en consecuencia, no se incluirá el impacto del viaducto en la evaluación de las alternativas.

Se presenta en la tabla siguiente la evaluación del impacto para cada alternativa.

Alternativa	Metros lineales en				Metros lineales de afectación con factor aplicado	Impacto
	a cielo abierto		falso túnel (x0,4)	Viaducto (x1)		
	En zona urbana (x1)	En la Cordillera de Collserola (x1,3)				
A – 1	300	1620	1080	350	3188	Moderado
A – 2	600	1030	560	600	2763	Moderado
A – 3	1130	1300	0	1500	4320	Severo

Fuente: Elaboración propia

4.3.6. Impactos sobre la fauna

Durante la redacción del Proyecto Constructivo, el impacto sobre la fauna también requiere ser evaluado en detalle. Se considera que en sección a cielo abierto el impacto sobre la fauna es mayor que en los tramos en túnel. También se supone el impacto sobre la fauna es mayor en la zona de la Sierra de Collserola que en la zona urbana de Sant Cugat.

A continuación, se hace una evaluación del impacto sobre la fauna en función de la longitud de cada tipo de estructura.

Alternativa	Metros lineales en		Metros lineales de afectación con factor aplicado	Impacto
	En superficie en la Cordillera de Collserola (x4)	Viaducto (x2)		
A – 1	1620	350	7180	Alto
A – 2	1030	600	5320	Moderado
A – 3	1300	1500	8200	Severo

Fuente: Elaboración propia

4.3.7. Impactos sobre el paisaje

El impacto sobre el paisaje de cada alternativa se evalúa según los metros lineales en superficie o en viaducto, ponderando los tramos en superficie en zonas urbanas con un coeficiente de 2 y los tramos de viaducto con un coeficiente de 3. Por un lado, el impacto en zona urbana es mayor dado de la infraestructura es más visible. Por otro lado, los viaductos son estructuras más complejas y más grandes conllevando un impacto mayor.

Alternativa	Metros lineales en			Metros lineales de afectación con factor aplicado	Impacto
	A cielo abierto		Viaducto (x3)		
	En zona urbana (x2)	En la Cordillera de Collserola (x1)			
A – 1	300	1620	350	3270	Moderado
A – 2	600	1030	600	4030	Alto
A – 3	1130	1300	1500	8060	Severo

Fuente: Elaboración propia

4.3.8. Impactos sobre el patrimonio histórico cultural

Como se mencionado anteriormente, el Parque Natural de Collserola acoge el patrimonio histórico y de interés cultural. Ninguna de las alternativas propuestas transcurre cerca de una zona de patrimonio histórico cultural que se haya podido detectar a este nivel de evaluación. Se necesitaría un reconocimiento del terreno más detallado para poder detectar si hay zonas con restos arqueológicos o históricos. En la zona urbana de Barcelona, las tres alternativas transcurren en túnel, por lo tanto, no se produce un impacto sobre el patrimonio histórico o cultural.

Tratándose de un proyecto básico, se considera a este estado que todas las alternativas el impacto sobre el patrimonio histórico se considera COMPATIBLE.

4.3.9. Impactos sobre la productividad territorial

La valoración de la afección sobre la productividad territorial para las tres alternativas de trazado es positiva, ya que la ejecución de las obras supone un incremento del consumo de materiales y de las necesidades del sector servicios, como la hostelería. Para todas las alternativas propuestas se considera que el impacto es BENEFICIOSO.

4.3.10. Impactos sobre la población

Los impactos sobre la población engloban principalmente dos aspectos:

- Incremento de la población activa

Las tres alternativas planteadas conllevan la necesidad de contratar mano de obra especializada en el sector de la construcción (peones, oficiales, capataces, ingenieros técnicos, ingenieros superiores, técnicos de seguridad y salud, responsables ambientales, etc.).

La envergadura del presente proyecto se traducirá por contrataciones de numerosos trabajadores durante un periodo de tiempo considerable. En este sentido, para las alternativas planteadas, se considera que la valoración de este impacto es BENEFICIOSO.

No cabe lugar evaluar para cada alternativa este impacto.

- Expropiaciones

Para cada una de las alternativas se han medido las superficies que deberían ser expropiaciones. Dado que se trata de un proyecto básico de carácter académico, no se han analizado las expropiaciones temporales necesarias para la realización de las obras.

En el anejo de estudio de alternativas se analiza el coste de las expropiaciones asignando un valor al m² en función del tipo de suelo. Sin embargo, en el anejo del estudio ambiental se resumen los impactos de provocados por las expropiaciones para cada alternativa. No se opta por aplicar un factor multiplicador a los suelos naturales protegidos, puesto este criterio ya se toma en cuenta en criterios anteriores.

Alternativa	Superficie expropiada(m ²)				Superficie expropiada	Impacto
	Suelo urbano consolidado			Suelo no urbanizable - protegido		
	Viviendas	Equipamientos	Zonas verdes			
A – 1	5810	3600	0	21000	30410	Alto
A – 2	0	5300	0	36040	41340	Crítico
A – 3	6400	12880	5600	10800	35680	Severo

Fuente: Elaboración propia

4.4. Comparación de alternativas

La tabla siguiente presenta una síntesis del estudio del impacto ambiental para cada alternativa.

Alternativa	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS - IMPACTO AMBIENTAL									
	Geología y geomorfología	Calidad atmosférica*	Ruido y vibraciones	Vegetación	Fauna	Paisaje	Patrimonio histórico	Productividad territorial*	Empleo*	Expropiaciones
A – 1	Alto	Moderado	Moderado	Moderado	Alto	Moderado	Compatible	Beneficioso	Beneficioso	Alto
A – 2	Severo	Alto	Severo	Moderado	Moderado	Moderado	Compatible	Beneficioso	Beneficioso	Crítico
A – 3	Alto	Severo	Crítico	Severo	Severo	Severo	Compatible	Beneficioso	Beneficioso	Severo

*impactos únicamente presentes en la fase de construcción

Se constata que la alternativa con mejor diagnóstico ambiental es la Alternativa 1, esta alternativa obtiene también la mejor valoración en el análisis de Alternativas. Cabe destacar que la diferencia de impacto ambiental entre las alternativas 1 y 2 se debe principalmente a que la A - 2 transcurre en sección a cielo abierto y en viaducto en el interior de la Cordillera de Collserola a lo largo de casi el doble de metros que la Alternativa 1. Ello implica que el impacto sobre la geología y la fauna, de ruido y de superficie a expropiar sea mayor.

Por último, mencionar que la Alternativa 3 tampoco resulta interesante bajo el punto de vista ambiental dado que transcurre en superficie causando un impacto sobre la calidad acústica en zona urbana pero también sobre la fauna, flora y paisaje en zona no urbanizable.

5. Propuestas de medidas preventivas, proyectoras y correctoras

5.1. Consideraciones generales

El artículo 11 del Real Decreto 1131/88 de 30 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86 de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental establece que: *“se indicarán las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos, así como las posibles alternativas existentes a las condiciones inicialmente previstas en el proyecto”*.

En este sentido, el Real Decreto explica que se deberán describir las medidas adecuadas para atenuar o suprimir los efectos ambientales negativos de la actividad, tanto en lo referente a su diseño y ubicación, como en cuanto a los procedimientos de anticontaminación, depuración, y dispositivos genéricos de protección del medio ambiente.

Con carácter general y con el fin de garantizar la integración ambiental de la obra que se proyecte en fases de estudio posteriores, siempre antes de la realización del Proyecto de Construcción, a continuación se indican las medidas preventivas a tener en cuenta en la fase de diseño. En la redacción del Proyecto de Construcción se deberán incluir las medidas protectoras para la fase de construcción y las medidas correctoras durante la fase de explotación.

5.2. Medidas preventivas en fase de diseño

5.2.1. Materiales de préstamos y vertederos para los excedentes

El emplazamiento final de los vertederos dependerá de la cantidad exacta de tierras generadas y de la localización de estos sobrantes que se definirá en el futuro Proyecto Constructivo. La localización de los sobrantes también tiene un impacto en el coste de transporte de dichos sobrantes.

De manera general, se evitará ocupar nuevos terrenos para la aportación de materiales o para el vertido de excedentes, con la excepción que suponga un impacto positivo para éstos. Además, en la medida de lo posible, se compensarán los volúmenes procedentes de las excavaciones con los de las plataformas y terraplenes. Siempre que sea posible, los vertederos se ubicarán en canteras o graveras abandonadas o en zonas que precisen tierras para su restauración o en canteras o graveras en activo con planes de restauración aprobados o bien en depósitos controlados de escombros y otros residuos de la construcción o bien en plantas de trasvase autorizados por la Generalitat de Catalunya.

Cabe notar que las zonas de vertedero son ambientalmente admisibles únicamente si además de contar con planes de restauración propios cumplen los siguientes requisitos:

- No se afecta a la vegetación arbórea ni hábitats de interés comunitario
- No se afecta a zonas de recarga de acuíferos
- No se afecta al nivel freático
- Los caminos de acceso a estas zonas no atraviesan zonas urbanas
- Se evita la apertura de nuevos caminos de acceso

En el aparatado anterior se ha presentado una aproximación de las tierras sobrantes según la alternativa. La elección de los puntos de vertederos depende de la alternativa.

Dado que se trata de un Proyecto Básico, se proponen dos depósitos controlados de escombros y otros residuos de la construcción que podrían contemplarse como una opción durante la elaboración del Proyecto Constructivo:

- El depósito controlado de Badalona
- El depósito controlado del Papiol

En el futuro Proyecto Constructivo, se deberá examinar qué canteras o depósitos son los que tienen un impacto ambiental menor y un coste de transporte de las tierras también menor.

5.2.2. Impacto sobre el confort sonoro e incremento de los niveles vibratorios

En lo que hace referencia a la alteración del confort sonoro, se tomarán medidas durante la fase de construcción. Estas medidas deben garantizar que los niveles sonoros que resulten tras su adopción, no superen los límites sonoros en zonas de sensibilidad acústica.

En los núcleos urbanos, zonas consideradas de alta sensibilidad acústica, se instalarán pantallas acústicas móviles durante las obras. Las pantallas acústicas pueden estar constituidas por chapa metálica o por paneles sándwich formados por dos láminas metálicas con un material absorbente rígido en el centro.

En lo relativo a los niveles vibratorios, se deberá estudiar la necesidad de desarrollar medidas de atenuación de los niveles de vibración en las edificaciones ubicadas en la franja de seguridad situada a 10 metros de las vías, mediante la instalación de materiales elastoméricos o tacos bajo la vía.

Cabe mencionar la fase explotación, en la que la línea férrea proyectada ya se encontrará en funcionamiento, se desprende que la contaminación acústica provocada por dicha infraestructura no supera los límites establecidos en la Ley 16/2002.

5.2.3. Medidas preventivas del impacto sobre la geología y la geomorfología

La minimización del impacto sobre la geología y geomorfología se llevará a cabo durante la elaboración del Proyecto Constructivo mediante un estudio detallado de los movimientos de tierra necesarios, las posibilidades de reutilización de los materiales extraídos a lo largo del trazado y, la ubicación de las canteras, préstamos y vertederos estimados necesarios. Por último, los materiales de préstamo, si son necesarios, provendrán de canteras autorizadas por la Generalitat de Cataluña.

5.2.4. Protección y conservación de los suelos

Las medidas preventivas de los impactos sobre el suelo en la fase de diseño pretenden controlar la destrucción del suelo y recuperar el suelo afectado por la actuación proyectada. Con el objetivo de proteger los suelos fértiles, se deben contemplar las medidas siguientes durante la elaboración del Proyecto Constructivo:

- La minimización de la superficie de ocupación permanente y temporal de los suelos fértiles. En este punto también entran los suelos ocupados por parques y jardines.

- La extracción y vertido de sobrantes en suelos fértiles se evitará. En el caso que sea inevitable su afección, se preverá la retirada de la capa superficial del suelo, su mantenimiento y su extendido sobre las superficies a restaurar.

5.2.5. Medidas de protección de la hidrología

Las medidas o acciones que se tienen que aplicar para la protección de la hidrología son:

- Asegurar que toda la zona de parque de maquinaria dentro de la zona de instalaciones auxiliares queda impermeabilizada convenientemente. Con este objetivo, se dispondrá de una cuneta perimetral exterior que se situará a cuatro metros del límite del parque de maquinaria propiamente dicho y que se excavará directamente en el terreno.
- Crear un área para el cambio de aceites, mantenimiento y lavado de vehículos, maquinaria, etc. que consistirá en una superficie lo suficientemente extensa para albergar un vehículo maquina tipo con un foso que permitirá la manipulación de la parte inferior del vehículo. Toda la superficie estará revestida de hormigón y contará con una cuneta perimetral que recogerá los posibles derrames que verterán sobre la balsa de recogida de efluentes. Las grasas y aceites extraídos de la balsa de separación se gestionan como residuos peligrosos de acuerdo con la normativa vigente, como se define en el apartado de Gestión de Residuos así como los lodos de la balsa de decantación.
- Dotar de un equipo de depuración portátil al parque o campamento para las aguas fecales, cuyas aguas clarificadas se viertan al cauce o saneamiento correspondiente una vez se haya comprobado que su composición cumple con la normativa vigente y se disponga de los correspondientes permisos, al igual que el resto de los efluentes de los dispositivos de depuración y tratamiento de aguas. Cualquier tipo de vertido se realizará con la aprobación de la Dirección Ambiental de Obra, previa garantía de que cumple con la legislación vigente. El equipo de depuración no es preciso en los campamentos en zonas urbanas o en las que es posible abocar las aguas residuales directamente al alcantarillado. En este caso, se procederá a realizar una conexión con dicha red.

Si el parque de instalaciones auxiliares dispone de plantas de aglomerado asfáltico y/o de hormigonado, la zona donde se lleven a cabo estas operaciones deberá ser acondicionada para garantizar su estanqueidad y el tratamiento de los efluentes que genere así como de las aguas de escorrentía del mismo.

Además de las medidas anteriormente mencionadas, durante la fase de diseño y de elaboración de los proyectos posteriores se incluirán otras medidas concretas y detalladas con objeto de minimizar la afección sobre la calidad de las aguas subterráneas. Por ejemplo, se harán lecturas de los piezómetros instalados en la fase de estudio informativo con objeto de ampliar la información referente a las oscilaciones del nivel freático. También, se realizaran informes de los ensayos de bombero en las zonas de falso túnel y se llevará a cabo un inventario exhaustivo de la red de piezómetros de la red de control de la Agencia Catalana de Aguas, así como de las infraestructuras de riego, pozos, etc. Por último, cabe destacar que en el proyecto constructivo, se deberá realizar un análisis detallado de la posible afección sobre el medio hidrogeológico con el fin de evaluar la necesidad de aplicación de medidas correctoras.

5.2.6. Medidas de protección a la fauna

La protección de la fauna consiste a este nivel en el control de las superficies de ocupación. Además, se planificará las actividades de obra fuera de las épocas de mayor sensibilidad para la fauna.

5.2.7. Medidas de protección y conservación de la vegetación

Se proponen principalmente dos medidas:

- Medidas de protección de la vegetación:
Se propone que los ejemplares arbóreos que deban ser desarraigados a consecuencia de la obra sean trasplantados. De esta forma se pretende minimizar el impacto sobre el entorno.
- Restauración vegetal e integración paisajística
Se propone que el proyecto de revegetación de las superficies denudadas tras la construcción de la infraestructura sobretudo en la montera de los falsos túneles se concretará en unos proyectos paralelos promovidos por las autoridades municipales. Estos proyectos quedan fuera del ámbito del presente proyecto.

5.2.8. Medidas de protección del patrimonio cultural

Como medida de protección del Patrimonio Cultural durante la fase de diseño se llevará a cabo una prospección arqueológica superficial en fases posteriores del proyecto en todas aquellas zonas en las que se efectúen excavaciones en superficie y en las zonas destinadas a instalaciones auxiliares.

5.2.9. Medidas de proyección de la población

Las medidas de protección de la población en fase de diseño pasan principalmente por la adecuada valoración de los bienes a expropiar. Por un lado, se llevará a cabo una valoración adecuada de los terrenos y bienes a ocupar, teniendo en cuenta el valor de las parcelas afectadas y de las instalaciones industriales. En la zona urbana de Sant Cugat se llevará a cabo una valoración de los terrenos y bienes a ocupar, teniendo en cuenta el valor de las posibles parcelas afectadas e instalaciones industriales.

No obstante, a este estado de definición del proyecto, se estima que la Alternativa de trazado escogida no necesitara llevar a cabo acciones de expropiación de parcelas privadas. En efecto, se deberá realizar una ampliación del paso superior a la altura de la Calle Safareigs para poder acoger dos vías más. Una vez pasado el paso superior, el trazado ferroviario irá en superficie únicamente a lo largo de la zona de suelo 'Sistema ferroviario' y 'Sistema Viario' (en color gris en el dibujo). A partir de allí el trazado transcurre en falso túnel o en túnel en mina hasta la salida de la zona urbana de Sant Cugat.

6. Plan de Vigilancia Ambiental

A continuación se expone el plan de vigilancia ambiental exigido por la normativa.

6.1. Marco legal

El Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) recoge en el artículo 11, la exigencia de llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que *“establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas, protectoras y correctoras, contenidas en el estudio de impacto ambiental”*. En el mismo reglamento, en el artículo 26 se especifica que los objetivos de la vigilancia son:

- Velar para que, en relación con el medio ambiente, la actividad se realice según el proyecto y las condiciones en que se hubiere autorizado
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental contenidas en la Declaración de Impacto
- Verificar la exactitud y corrección de la Evaluación de Impacto Ambiental realizado

6.2. Responsabilidad del seguimiento

El cumplimiento, control y seguimiento de las medidas son responsabilidad del promotor del proyecto, quien lo ejecutará con personal propio o mediante asistencia técnica. Para ello, este organismo nombrará una Dirección Ambiental de Obra que se responsabilizará de la adopción de las medidas correctoras, de la ejecución del PVA, de la emisión de los informes técnicos periódicos sobre el grado de cumplimiento de la DIA y de su remisión a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

El Contratista, por su parte, nombrará un Responsable Técnico de Medio Ambiente que será el responsable de la realización de las medidas correctoras, en las condiciones de ejecución, medición y abono prevista en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto, y de proporcionar al promotor la información y los medios necesarios para el correcto cumplimiento del PVA. Con este fin, el Contratista se obliga a mantener a disposición del promotor un Diario Ambiental de Obra, y registrar en el mismo la información necesaria.

6.3. Estructura metodológica: 2 fases

Para el seguimiento y control ambiental de las obras, la ejecución del PVA se lleva a cabo en dos fases:

- Verificación de los impactos previstos
- Elaboración de un Plan de Control de Respuesta de las tendencias detectadas

6.4. Verificación de los impactos

La verificación de los impactos previstos consiste en: recoger información, analizar los resultados, evaluar el nivel de actividad e impacto, localizar las actividades e impactos, duración de actividades e impactos, correlación de actividades, comparación con la predicción del proyecto, etc.

El equipo de seguimiento y control de la vigilancia ambiental debe constatar la verdadera manifestación y magnitud de los impactos previstos, comparando con el diagnóstico establecido. En este sentido, se plantean dos tipos de indicadores para el control y vigilancia:

- Indicadores de realizaciones: miden la aplicación y ejecución efectiva de las medidas correctoras
- Indicadores de eficacia: miden los resultados obtenidos con la aplicación de la medida correctora correspondiente

Por último, estos indicadores van acompañados de umbrales de alerta que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa.

6.4.1. Medio físico

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS

Objetivo	Constatación de la alteración del modelado del terreno en el entorno de la traza y en los vertederos
Indicador ambiental	Discontinuidad de las formas del relieve
Objetivo	Verificación de la presencia de posibles procesos de erosión e inestabilidad de las laderas
Indicador ambiental	Aparición de surcos, cárcavas y sedimentaciones en la base de los taludes

Objetivo	Constatación de la destrucción directa del suelo y de la compactación del mismo como consecuencia de las obras de construcción, acopios temporales, instalaciones auxiliares de obra y vertederos
Indicador ambiental	Ausencia de capa edafológica o su compactación
Objetivo	Verificación de la posible contaminación del suelo como consecuencia de vertidos accidentales de sustancias tóxicas (aceites e hidrocarburos especialmente)
Indicador ambiental	Presencia de restos de vertidos

CALIDAD DEL AIRE

Objetivo	Constatación del deterioro de la calidad del aire por la producción de polvo en suspensión como consecuencia de las obras soterramiento de los movimientos de tierra, despeje y desbroce de la vegetación, carga y descarga de materiales y del tráfico de maquinaria pesada.
Indicador ambiental	Presencia de polvo y partículas sedimentables en la atmósfera
Objetivo	Constatación del deterioro de la calidad del aire debido a la emisión de gases contaminantes (CO, NOx, HC, SO2) como consecuencia del movimiento de vehículos de transporte y de maquinaria de obra.
Indicador ambiental	Presencia y cantidad de dichos contaminantes
Objetivo	Constatación y control del incremento del nivel sonoro y de vibraciones como consecuencia de las actividades de la obra y del tránsito de trenes.
Indicador ambiental	Nivel sonoro y de vibraciones

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Objetivo	Verificación de la posible alteración de la calidad de las agua por vertidos accidentales
Indicador ambiental	Turbidez y calidad química del agua
Objetivo	Constatación del volumen y toxicidad de los efluentes líquidos producidos durante la excavación de los túneles.
Indicador ambiental	Volumen y calidad de las aguas

Objetivo	Constatación de la correcta recarga de acuíferos y potencial variación de los flujos de agua subterránea
Indicador ambiental	Ausencia de represamientos, correcta circulación del agua en las líneas de escorrentía y comprobación de los flujos de agua subterránea
Objetivo	Verificación de la posible alteración de la calidad de las aguas subterráneas por vertidos accidentales
Indicador ambiental	Calidad química del agua

6.4.2. Medio natural**VEGETACIÓN**

Objetivo	Verificación de la eliminación de la cobertura vegetal y del deterioro de la vegetación circundante (mecánica, por deposición de polvo y por contaminantes)
Indicador ambiental	Despeje de la vegetación y estado fisiológico

FAUNA

Objetivo	Constatación de la destrucción de hábitats, de la destrucción de puesta y camadas y de la alteración de la etología de las especies animales
Indicador ambiental	Hábitats y camadas destruidos, alteraciones de comportamiento animal

ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Objetivo	Comprobación de la potencial afección a zonas protegidas y catalogadas
Indicador ambiental	Interceptación a cursos de agua, hábitats naturales y LICs.
Objetivo	Comprobación del incremento de la demanda de materiales
Indicador ambiental	Incremento de la demanda de materiales
Objetivo	Verificación de aumentos de la demanda de servicios
Indicador ambiental	Incremento de la demanda de servicios terciarios

PAISAJE

Objetivo	Constatación del deterioro del paisaje preexistente como consecuencia de la intrusión visual de la obra. Se comprobará la modificación de los elementos del paisaje: forma, linealidad, cromatismo, textura, escala y espacio.
Indicador ambiental	Análisis del paisaje antes, durante y después de la actuación

POBLACIÓN

Objetivo	Comprobación de las potenciales alteraciones de la distribución de la población Comprobación del incremento de la tasa de población activa por la demanda de mano de obra y de servicios durante la fase de construcción.
Indicador ambiental	Tasa de población activa
Objetivo	Constatación efectiva de las expropiaciones previstas
Indicador ambiental	Expropiación de zonas afectadas por la actuación
Objetivo	Comprobación de las alteraciones del tráfico durante la fase de obras
Indicador ambiental	Creación de problemas de tráfico
Objetivo	Constatación del deterioro del confort ambiental (polvo, ruido, tráfico, efecto barrera, etc.) derivadas de las actuaciones del Proyecto.
Indicador ambiental	Apreciación de la población
Objetivo	Comprobación del efecto barrera sobre la población durante las obras
Indicador ambiental	Incremento de los tiempos de acceso transversalmente a la traza

PATRIMONIO CULTURAL

Objetivo	Comprobación de la posible afección a yacimientos arqueológicos, paleontológicos y a bienes de interés cultural
Indicador ambiental	Afección a yacimientos arqueológicos, paleontológicos y a Bienes de Interés Cultural

6.5. Control de la aplicación de las medidas de prevención y corrección del impacto

Esta fase del Programa de Vigilancia Ambiental tiene por objetivo comprobar que se aplican las medidas preventivas, protectoras y correctoras establecidas en el Proyecto Constructivo, y, pues evaluar su eficacia. El seguimiento consta, básicamente, en los aspectos siguientes:

- Valoración de la idoneidad de las medidas preventivas, protectoras o correctoras previstas, respecto a los impactos realmente aparecidos
- Determinación de nuevas medidas preventivas, protectoras o correctoras en caso de ser necesario
- Control de la aplicación de las medidas preventivas, protectoras o correctoras
- Evaluación de la eficacia de las medidas aplicadas
- Evaluación periódica y presentación final de los resultados tanto de los impactos identificados y de su magnitud como de la eficacia de las medidas preventivas, protectoras o correctoras aplicadas
- Evaluación periódica y presentación de los resultados del seguimiento tras el periodo de construcción, de la integración ambiental de la obra.

Se determinan a continuación las actuaciones que deben ser objeto de control. Como primera medida se lleva a cabo la localización y delimitación de la zona de obras.

A) Cerramiento de la zona de ocupación del trazado, de los elementos auxiliares y de los caminos de acceso

Objetivo	Minimizar la ocupación del suelo por las obras y por sus elementos auxiliares
Indicador ambiental	Longitud correctamente señalizada en relación a la longitud total del perímetro correspondiente a la zona de ocupación, elementos auxiliares y caminos de acceso en su entronque con la traza
Medida	Reparación o reposición de la señalización
Objetivo	Verificar la localización de elementos auxiliares fuera de las zonas excluidas. Verificar la localización de elementos auxiliares permanentes fuera de las zonas excluidas y restringidas.
Indicador ambiental	
Medida	Desmantelamiento inmediato de la instalación auxiliar y recuperación del espacio afectado
Objetivo	Restauración de las zonas restringidas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras
Indicador ambiental	% de la superficie de zonas restringidas con restauración inadecuada o insuficiente
Medida	Reponer las acciones de restauración no realizadas o defectuosas

B) Control en el consumo de los recursos naturales durante la ejecución de la obra

Objetivo	Minimizar el consumo de recursos naturales durante la ejecución de las obras
Indicador ambiental	Volúmenes de recursos utilizados en relación con lo previsto en presupuesto
Medida	Sanción prevista en el manual, en caso de exceso de consumo de recursos naturales y reutilización de los mismos en la medida de lo posible

C) Medio físico: PROTECCIÓN DE

CONSERVACION DE SUELOS

Objetivo	Retirada de suelos vegetales para su conservación
Indicador	Espesor de tierra vegetal retirada en relación a la profundidad que puede considerarse con características de tierra vegetal a juicio de la Dirección Ambiental de Obra
Medidas complementarias	Aprovisionamiento externo de tierra vegetal en caso de déficit. Definición de prioridades de utilización del material extraído
Objetivo	Evitar la contaminación de los suelos durante la ejecución de las obras
Indicadores	Accidentes con productos peligrosos que afecte directamente al suelo
Actuaciones	Se inspeccionarán visualmente los lugares en que es factible que se produzcan accidentes que originen contaminación edáfica. Es el caso, por ejemplo, de los parques de maquinaria (derrames de combustibles o lubricantes, excedentes de agua provenientes del lavado de maquinaria), lugares de almacenamiento o acopio temporal de sustancias peligrosas (pinturas, sustancias asfálticas, resivas, etc.) y la plantas de hormigonado.
Medias complementarias	Retirada de los suelos contaminados empleando las técnicas adecuadas de gestión de residuos y entrega a transportistas y gestos de residuos autorizados y debidamente acreditados

CALIDAD DEL AIRE

Objetivo	Mantener el aire libre de polvo
Indicador	Presencia de polvo
Medidas complementarias	Incremento de la humectación en superficies polvorrientes. El Director Ambiental de Obra puede requerir el lavado de elementos sensibles afectados
Objetivo	Mantener el aire libre de contaminación producida por los motores de la maquinaria de obras
Indicador	Verificación de las inspecciones técnicas de vehículos de toda la maquinaria presente en la obra
Medidas complementarias	Uso de maquinaria con las condiciones de inmisión conforme a la legislación vigente.
Objetivo	Minimizar la presencia de polvo en la vegetación
Indicador	Presencia ostensible de polvo en la vegetación próxima a las obras
Medidas complementarias	Excepcionalmente y a juicio del Director Ambiental puede ser necesario lavar la vegetación afectada

SISTEMAS FLUVIALES Y DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Objetivo	Evitar arrastres de sólidos de las excavaciones del túnel
Indicador	Realización de barreras de sedimentos
Medidas complementarias	Longitud de barreras ejecutadas respecto al contenido del proyecto
Objetivo	Ejecución de las balsas de decantación u otros sistemas de desbaste y decantación de sólidos
Indicador	Presencia de un sistema de desbaste en los lugares ocupados por instalaciones generadoras de aguas residuales
Medidas complementarias	Ejecución de la medida
Objetivo	Seguimiento de la calidad de las aguas contenidas en balsas de decantación mediante análisis
Indicador	Indicadores de calidad del agua mencionados por la legislación vigente en materia de vertidos
Medidas complementarias	Tratamientos complementarios de floculación y coagulación antes del vertido
Objetivo	Tratamiento y gestión de residuos
Indicador	Presencia de aceites combustibles cementos y otros sólidos en suspensión no gestionados

RUIDO Y VIBRACIONES

Objetivo	Protección de las condiciones de sosiego público producido por la maquinaria pesada de obra y por actividades ruidosas
Indicador	Mantenimiento de la maquinaria cumpliendo la legislación vigente en la materia de emisión de ruidos en maquinaria de obras públicas
Medidas complementarias	De forma complementaria se podrán adoptar medidas para proteger provisionalmente determinados puntos receptores
Objetivo	Protección de las condiciones de sosiego público Pantallas artificio en fase de obra
Indicador de	Comparación de pantallas realizadas frente a las previstas en el proyecto

realizaciones	constructivo , expresado como porcentaje
Medidas complementarias	Realización de las pantallas no ejecutadas
Objetivo	Protección de las condiciones de sosiego público Verificación de los niveles previstos y eficacia de las pantallas
Indicador de seguimiento	Límites de inmisión expresados en dB(A) en las proximidades de zonas habitadas mediante campañas de medición
Medidas complementarias	Colocación o reforzamiento de las pantallas según el resultado de la campaña de medición. De forma complementaria la Administración podrá adoptar medidas que protejan puntos receptores que no hayan sido considerados inicialmente
Objetivo	Protección de las consideraciones de sosiego público Niveles de vibración nocturnos en el interior de las edificaciones
Indicador de seguimiento	Law en zonas habitadas

D) Medio natural: PROTECCIÓN

VEGETACIÓN

Objetivo	Preparación de la superficie del terreno para plantaciones y siembras en la parcela de acopio temporal
Indicador de realización	Espesor de la capa de tierra vegetal incorporada a la superficie
Medidas	Aportación de una nueva capa de tierra vegetal hasta llegar a 30 cm, realización de labores contra compactación, eliminación de elementos gruesos, etc.
Objetivo	Trasplantes
Indicador de realización	Nº de individuos desarraigados y acopiados para ser transplantados en relación con los previstos en términos de especie, tamaño, mantenimiento, etc.
Medidas complementarias	Control de las actividades para conseguir un buen mantenimiento fitosanitario de las plantas desarraigadas y propuestas para el trasplante
Objetivo	Protectores de arbolado
Indicador de realización	Nº de individuos protegidos mediante tabloneros en relación con los previstos
Objetivo	Siembras
Indicador de realización	Superficie tratada en relación con la prevista en el proyecto constructivo-
Medidas complementarias	Realización de las siembra en la superficie no ejecutada a partir del valor umbral.

PAISAJE

Objetivo	Control de la integración paisajística de las instalaciones de obra y acopios
-----------------	---

FAUNA

Objetivo	Control de la restricción del desbroce en fase de obras (destrucción de biotopos)
-----------------	---

Medidas complementarias	Restauración de la zona hasta recuperar el estado de las condiciones iniciales
Objetivo	Control de las actividades especialmente molestas y ruidosas en las inmediaciones de hábitats faunísticos (parques y jardines)
Medidas complementarias	Realización de programas de obras compatibles con la actividad faunística

E) Medio socioeconómico

POBLACIÓN

Objetivo	Comprobación y seguimiento del pago de las expropiaciones realizadas como consecuencia de la realización del Proyecto
Actuación controlar <i>a</i>	Pago de las expropiaciones
Objetivo	Control de la restitución de los accesos y de los servicios afectados
Actuación controlar <i>a</i>	Reposición de accesos y servicios afectados

PRODUCTIVIDAD SECTORIAL

Objetivo	Control de la superficie de ocupación y de los movimientos de maquinaria
Actuación controlar <i>a</i>	Cerramiento del límite estricto de la obra

PATRIMONIO HISTÓRICO ARQUEOLÓGICO

Objetivo	Protección del patrimonio histórico-arqueológico
Indicador de realización	Nº de prospecciones realizadas
Medidas	No iniciar o en caso de haber comenzado, paralizar el comienzo del movimiento de tierras en el área afectada hasta la realización de los pertinentes sondeos y la emisión de informes favorables por la autoridad competente
Objetivo	Control de la correcta ejecución del Plan de Actuación Arqueológica
Actuaciones controlar <i>a</i>	Prospecciones arqueológicas y vigilancia durante los movimientos de tierras-

6.6. Control de los informes técnicos

Durante los trabajos y análisis de Control y Vigilancia Ambiental se elaboran los informes pertinentes como previsto dentro del marco del PVA. Dichos informes son redactados por la Administras y se remiten a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

La estructura y contenido de los informes que se deben elaborar es:

- Antes del acta de comprobación del replanteo: informa sobre desafectación de las zonas excluidas, que al menos, incluirá el informe sobre condiciones generales de la obra.
- Antes del acta de recepción de la obra:
 - o Informe sobre las medidas de prevención del ruido y vibraciones

- Informe sobre protección y conservación de los suelos y de la vegetación
- Informe sobre las medidas de protección del sistema hidrológico
- Informe sobre las medidas de prospección arqueológica y medidas de protección del patrimonio cultural
- Informe sobre las medidas de protección de la fauna
- Acta de recepción de la obra (con periodicidad semestral durante los tres años siguientes al acta de recepción de la obra)
 - Informe sobre los niveles de ruido y vibraciones realmente existentes en las áreas habitadas
 - Informe sobre la eficacia, estado y evolución de los niveles piezométricos del área de estudio
 - Informe sobre la eficacia, estado y evolución de las medidas adoptadas para la recuperación, restauración e integración paisajística de la obra y la defensa contra la erosión

6.7. Manual de buenas prácticas ambientales

Con carácter previo al comienzo de las obras, la contrata de las mismas presenta un Manual de Buenas Prácticas Ambientales. Este incluye todas las medidas tomadas por la Dirección de Obra y el Responsable Técnico de Medio Ambiente para evitar impactos derivados de la gestión de las obras.

Entre otras determinaciones, se incluye:

- Prácticas de control de residuos y basuras. Se mencionarán explícitamente las referentes a control de aceites usados, restos de alquitrán, latas, envolturas de materiales de construcción, tanto plásticos como de madera
- Actuaciones prohibidas, mencionándose explícitamente la realización de hogueras, el vertido de aceites usados, aguas de limpieza de hormigoneras, escombros y basuras
- Prácticas de conducción, velocidades máximas y obligatoriedad de circulación por los caminos estipulados en el plan de obra y en el replanteo
- Prácticas tendentes a evitar daños superfluos a la vegetación o a la fauna
- Realización de un Diario Ambiental de Obra en el que se anotan las operaciones ambientales realizadas y el personal responsable de cada una de esas operaciones y de su seguimiento. Corresponde al Responsable Técnico de Medio Ambiente la responsabilidad el Diario
- Establecimiento de un régimen de sanciones.

Este manual debe ser aprobado por el Director Ambiental de la Obra y ampliamente difundido entre todo el personal.

ANEJO 13:

Estudio de seguridad y salud

INDICE

Documento 1: memoria

Documento 2: planos

Documento 3: pliego de prescripciones técnicas

Documento 4: presupuesto

Documento 1: Memoria

1.	Introducción	5
2.	Características de la obra	5
3.	Medidas preventivas a disponer en obra	6
3.1.	Medidas generales.....	6
3.2.	Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas	9
3.2.1.	Movimiento de tierras	10
3.3.	Medidas preventivas generales relativas a la maquinaria.....	88
3.4.	Medidas preventivas de la maquinaria para el movimiento de tierras.....	90
3.4.1.	Pala cargadora	90
3.5.	Medidas preventivas de la maquinaria para la manipulación de hormigón	108
3.6.	Plataformas elevadoras móviles de personas	117
3.7.	Sierra de disco tronadora.....	121
3.8.	Sierra circular	122
3.9.	Pistola impulsadora fija clavos o clavadora	123
3.10.	Equipo de soldadura eléctrica por arco.....	125
3.11.	Máquinas eléctricas portátiles.....	126
3.12.	Herramientas manuales	127
3.13.	Medios auxiliares. Escaleras de mano	128
3.14.	Plataformas o andamios de borriquetes	129
3.15.	Andamios metálicos de pie.....	130
3.16.	Redes de protección	131
3.17.	Barandillas	134
3.18.	Equipos de protección individual	134
3.19.	Accesorios de elevación. Eslingas y equipos para empaquetar y contener cargas.	136
3.20.	Señalización	136
4.	Emergencias	137
4.1.	Centros médicos en las cercanías	137
5.	Formación e información de los trabajadores.....	141
6.	Vigilancia de salud.....	142
7.	Normativa aplicable	143
8.	Revisiones del plan de seguridad.....	146

1. Introducción

El objeto de la redacción de este documento es definir los requisitos de seguridad y salud aplicables en las obras, en base al artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El presente documento tiene la consideración de Estudio de Seguridad y Salud, dado que se cumplen los siguientes supuestos:

- Tiene un presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto igual o superior a 450.759 euros.
- Tiene una duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de veinte trabajadores simultáneamente.
- Tiene un volumen de la mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, superior a 500.

Además, según el citado artículo 4 el promotor es quien está obligado a elaborar el citado Estudio de Seguridad y Salud en la fase de redacción de proyecto.

2. Características de la obra

A continuación se procede a la identificación de la obra:

1. Proyecto sobre el que se trabaja

Nombre: *Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo: Sant Cugat – Mundet*

Promotor del proyecto de obra Nombre: *UPC-ETSECCPB*

2. Emplazamiento

Nombre: *Provincia de Barcelona, comarcas del Vallés Occidental y de Barcelona.*

3. Projectista

Nombre: *Pilar Lopez Camacho*

4. Autor del Estudio de Seguridad y Salud

Nombre: *Pilar Lopez Camacho*

3. Medidas preventivas a disponer en obra

3.1. Medidas generales

Al objeto de asegurar el adecuado nivel de seguridad laboral en el ámbito de la obra, son necesarias una serie de medidas generales a disponer en la misma, no siendo éstas susceptibles de asociarse inequívocamente a ninguna actividad o maquinaria concreta, sino al conjunto de la obra. Estas medidas generales deberán ser concretadas y definidas con el detalle suficiente en el Plan de Seguridad y Salud de la obra del Contratista.

3.1.1. Medidas de carácter organizativo

Formación e información

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. En su aplicación, todos los operarios recibirán, al ingresar en la obra o con anterioridad, una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán ampliamente informados de las medidas de seguridad personal y colectiva que deben establecerse en el tajo al que están adscritos, repitiéndose esta información cada vez que se cambie de tajo.

El Contratista facilitará una copia del Plan de Seguridad y Salud a todas las subcontratas y trabajadores autónomos integrantes de la obra, así como a los representantes de los trabajadores.

Servicios de prevención y organización de la seguridad y salud en la obra.

La empresa constructora dispondrá de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/1997, cuando posea una plantilla superior a los 250 trabajadores. Dispondrá de Servicio de Prevención propio, mancomunado o ajeno contratado a tales efectos pero debidamente acreditado ante la Autoridad laboral competente.

La empresa Contratista encomendará a su organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de las obligaciones preventivas de la misma, plasmadas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la asistencia y asesoramiento al Jefe de Obra en cuantas cuestiones de seguridad se planteen a lo largo de la duración de la obra.

Al menos uno de los trabajadores destinados en la obra poseerá formación y adiestramiento específico en primeros auxilios a accidentados, con la obligación de atender a dicha función en

todos aquellos casos en que se produzca un accidente con efectos personales o daños o lesiones, por pequeños que éstos sean.

Todos los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de medicina del trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

El Plan de Seguridad y Salud establecerá las condiciones en que se realizará la información a los trabajadores, relativa a los riesgos previsibles en la obra, así como las acciones formativas pertinentes.

Modelo de organización de la seguridad en la obra

Al objeto de lograr que el conjunto de las empresas concurrentes en la obra posean la información necesaria acerca de su organización en materia de seguridad en esta obra, así como el procedimiento para asegurar el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra por parte de todos sus trabajadores, dicho Plan de Seguridad y Salud contemplará la obligación de que cada subcontrata designe antes de comenzar a trabajar en la obra, al menos:

- **Un técnico en prevención** que deberá planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, investigar los accidentes e incidentes, etc.
- **Un responsable** de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en obra.
- **Un vigilante de seguridad y salud**, con la función de vigilar el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud por parte de sus trabajadores y de los de sus subcontratistas, así como de aquellos que, aun no siendo de sus empresas, puedan generar riesgo para sus trabajadores.

3.1.2. Medidas de carácter dotacional

Servicio médico

La empresa Contratista dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen trabajar en la obra deberán haber pasado un reconocimiento médico general previo en un plazo inferior a un año. Los trabajadores que han de estar ocupados en trabajos que exijan cualidades fisiológicas o psicológicas determinadas deberán pasar

reconocimientos médicos específicos para la comprobación y certificación de idoneidad para tales trabajos, entre los que se encuentran los operarios de grúas, de máquinas pesadas, conductores, de trabajos en altura, etc.

Botiquín de obra

La obra dispondrá de material de primeros auxilios en lugar debidamente señalizado y de adecuado acceso y estado de conservación, cuyo contenido será revisado semanalmente, reponiéndose los elementos necesarios

Instalaciones de higiene y bienestar

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de las instalaciones necesarias de higiene y bienestar.

Dadas las características habituales de las obras de ferrocarriles, de linealidad y separación en el espacio de los distintos tajos, y de existir a lo largo de la traza instalaciones públicas de higiene y bienestar, el Contratista podrá proponer en su Plan de Seguridad y Salud el uso para los trabajadores de estas instalaciones, previo acuerdo con sus propietarios y siempre que se cumplan las normas establecidas en el Real Decreto mencionado. En todo caso los trabajadores dispondrán de medios de transporte precisos para el uso de dichas instalaciones, facilitados por la empresa Contratista.

En caso de no haber instalaciones adecuadas en las cercanías, se establecerán instalaciones de carácter temporal.

Se asegurará, en todo caso el suministro de agua potable al personal perteneciente a la obra.

Medidas generales de carácter técnico

El Plan de Seguridad y Salud de la obra establecerá con el detalle preciso los accesos y las vías de circulación y aparcamiento de vehículos y máquinas en la obra, así como sus condiciones de trazado, drenaje y afirmado, señalización, protección y balizamiento. Las vallas autónomas de protección y delimitación de espacios estarán construidas a base de tubos metálicos soldados, tendrán una altura mínima de 90 cm y estarán pintadas en blanco o en colores amarillo o naranja luminoso, manteniéndose su pintura en correcto estado de conservación y no debiendo presentar indicios de óxido ni elementos doblados o rotos.

En relación con las instalaciones eléctricas de obra, la resistencia de las tomas de tierra no será superior a aquella que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial que, como mínimo, será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

Se comprobará periódicamente que se produce la desconexión al accionar el botón de prueba del diferencial, siendo absolutamente obligatorio proceder a una revisión de éste por personal especializado, o sustituirlo cuando la desconexión no se produce. Todos los elementos eléctricos, como fusibles, cortacircuitos e interruptores, serán de equipo cerrado, capaces de imposibilitar el contacto eléctrico fortuito de personas o cosas, al igual que los bornes de conexiones, que estarán provistas de protectores adecuados. Se dispondrán interruptores, uno por enchufe, en el cuadro eléctrico general, al objeto de permitir dejar sin corriente los enchufes en los que se vaya a conectar maquinaria de 10 o más amperios, de manera que sea posible enchufar y desenchufar la máquina en ausencia de corriente. Los tableros portantes de bases de enchufe de los cuadros eléctricos auxiliares se fijarán eficazmente a elementos rígidos, de forma que se impida el desenganche fortuito de los conductores de alimentación, así como contactos con elementos metálicos que puedan ocasionar descargas eléctricas a personas u objetos.

Las lámparas eléctricas portátiles tendrán mango aislante y dispositivo protector de la lámpara, teniendo alimentación de 24 voltios o, en su defecto, estar alimentadas por medio de un transformador de separación de circuitos.

Todas las máquinas eléctricas dispondrán de conexión a tierra, con resistencia máxima permitida de los electrodos o placas de 5 a 10 ohmios, disponiendo de cables con doble aislamiento impermeable y de cubierta suficientemente resistente. Las mangueras de conexión a las tomas de tierra llevarán un hilo adicional para conexión al polo de tierra del enchufe.

Los extintores de obra serán de polvo polivalente y cumplirán la Norma UNE 23010, colocándose en los lugares de mayor riesgo de incendio, a una altura de 1,50 m sobre el suelo y adecuadamente señalizados. El Plan de Seguridad y Salud desarrollará detalladamente estas medidas generales a adoptar en el curso de la obra, así como cuantas otras se consideren precisas, proponiendo las alternativas que el contratista estime convenientes, en su caso.

3.2. Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas

En función de los factores de riesgo y de las condiciones de peligro analizadas y que se han de presentar en la ejecución de cada una de las fases y actividades a desarrollar en la obra, las medidas preventivas y protectoras a establecer durante su realización son, en cada caso, las enunciadas en los apartados que siguen.

3.2.1. Movimiento de tierras

Demolición de elementos estructurales

Todo trabajo de demolición de estructuras u obras vendrá precedido y definido por un estudio técnico especializado sobre la resistencia de cada elemento de la obra a demoler, sobre los apeos necesarios, sobre el programa y los procedimientos de demolición a utilizar y sobre su papel en la estabilidad del conjunto y de edificios o instalaciones próximos.

Dicho estudio será realizado y propuesto por el Contratista aprobándose posteriormente por el Coordinador de Seguridad y Salud, adquiriendo el carácter de actualización del Plan de Seguridad y Salud de la obra. Con el mismo carácter de Plan de Seguridad y Salud actualizado, se establecerá un programa de vigilancia y control de los tajos de demolición a desarrollar, incluyendo los procedimientos de control previstos para revisar si se han desmontado y retirado chimeneas y antenas que pueden caer súbitamente y que se han cortado y condenado las acometidas de agua, gas y electricidad.

Siempre que se vaya a acometer un trabajo de demolición de elementos resistentes, se realizará un programa de comprobaciones de la rigidez de los elementos a abatir, para asegurar que no puedan caerse incontroladamente por plegado o rotura parcial.

En la demolición de edificios y estructuras se establecerá la prohibición tajante de llevar a cabo demoliciones por zapa manual sin recalces seguros, en elementos pesados de más de 1,50 metros de altura, así como trabajos de demolición de plantas, que se conducirán y realizarán piso a piso, impidiéndose desplomes o caídas sobre pisos inferiores, excepto de pesos inferiores a 500 kilogramos.

En el programa a realizar se definirán las fases de demolición y obligatoriamente habrá de especificarse que las escaleras resistentes sean los últimos elementos a demoler, a fin de facilitar el paso y salida de trabajadores. Del mismo modo, se deberá especificar que al final de cada jornada se compruebe que no hay elementos o partes de la obra que puedan caerse solas, comprobándose asimismo que se han aislado las zonas de posibles caídas.

Se construirá siempre una valla adecuada, acompañada de la debida señalización, que impida la entrada al tajo de personas ajenas así como las salidas incontroladas de escombros.

En la demolición por tracción, se realizará, con el mismo carácter de Plan de Seguridad y Salud, un estudio de definición sobre las medidas técnicas para aislar elementos que han de abatirse de los

contiguos que seguirán en pie, así como sobre el empleo de cables de reserva sin tesar y de piezas de reparto para evitar efectos de sierra al tirar de paredes y pilares, situándose los dispositivos de tracción o impacto bien anclados y en zonas en que se no sea posible la caída de elementos sobre ellos o sobre el personal.

En el caso de demoliciones a mano, se establecerá obligatoriamente el montaje de andamios tubulares de pie con anclajes permanentes para arneses de seguridad. Se realizará la definición de recalces seguros y de métodos de zapa manual, con prohibición expresa de demolición por este procedimiento de elementos pesados de altura superior a los 1,50 m. En los hundimientos con bola de impacto, y en previsión de que haya derrumbes súbitos, se instalarán barreras e impedimentos del paso de personas a las zonas de previsibles caídas de materiales.

Se construirán las protecciones precisas para la cobertura de los huecos en el suelo de los pisos por los que han de circular trabajadores durante el derribo; asimismo se instalarán marquesinas o redes de recogida de materiales y herramientas que puedan caer fortuitamente desde plantas superiores y tolvas y rampas específicas para el transporte y retirada rápida de escombros y materiales desde las plantas hasta el suelo.

El Plan de Seguridad y Salud de la obra recogerá el establecimiento de un programa de control estricto de disponibilidad en obra y empleo adecuado de cascos, guantes, botas y arneses de seguridad.

Demolición y levantamiento de firmes

A este respecto, el Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes:

- . Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- . Vallado o cerramiento de la obra y separación de la misma del tráfico ajeno.
- . Establecimiento de zonas de estacionamiento, espera y maniobra de maquinaria.
- . Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo.
- . Delimitación de áreas de trabajo de máquinas y prohibición de acceso.
- . Obtención de información sobre servicios afectados.
- . Previsión de pasos o trabajo bajo líneas eléctricas con distancia de seguridad.
- . Previsión de la necesidad de riego para evitar formación de polvo en exceso.

- . Disponibilidad de protecciones individuales del aparato auditivo.
- . Medidas para evitar la presencia de personas en zona de carga de escombros.

Desbroce y excavación de tierra vegetal

Ante estos trabajos, el Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra desarrollará, al menos, los siguientes aspectos:

- . Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- . Accesos a la explanación.
- . Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra.
- . Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de los trabajos.
- . Forma y controles a establecer para garantizar la eliminación de raíces y tocones mayores de 10 cm, hasta una profundidad mínima de 50 cm.
- . Obtención de información sobre servicios afectados.
- . Detección y solución de cursos naturales de agua superficiales o profundas.
- . Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- . Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y afección por la obra. Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.
- . Previsión de apariciones de lentejones y restos de obras dentro de los límites de explanación.
- . Previsión de blandones y pozos de tierra vegetal.
- . Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes ataluzados de la explanación, tras la comprobación de la resistencia del terreno. Previsión de eliminación de rocas, árboles o postes que puedan quedar descalzados o en situación de inestabilidad en la ladera que deba quedar por encima de zonas de desmonte.

Tala y retirada de árboles

Todas las operaciones de retirada o derribo de árboles habrán de ser dirigidas por una única persona. A ella han de atender todos los implicados: operarios de grúas, peones, etc.

Siempre que hayan de realizarse operaciones de abatimiento de árboles, aunque se atiranten por la copa, deberá de notificarse verbalmente a las personas que allí se encuentren, tanto trabajadores del propio tajo, como habitantes o trabajadores cercanos que pudieran verse afectados por el derribo.

Las labores de manejo de árboles exigen que los trabajadores lleven guantes de cuero y mono de trabaj para evitar el clavado de astillas. Del mismo modo serán necesarias las gafas protectoras para evitar la introducción de ramas en los ojos.

Los ganchos de las eslingas, así como el de la grúa, irán siempre provistos de pestillo de seguridad.

Si el árbol es de poca altura (menor de 4 m) y su destino no es ser replantado, el proceso podrá llevarse a cabo acotando la zona afectada y abatiendo el árbol por corte directo en cuña mediante motosierra. Tras la caída del árbol, éste será troceado y evacuado del lugar hacia su destino final. La eliminación del tocón se efectuará con una pala mixta o con retroexcavadora, según sea el tamaño del mismo.

Cuando sea necesario derribar árboles de más de 4 metros de altura, el proceso consistirá en acotar la zona afectada, atirantar el árbol por su copa, abatirlo mediante corte en cuña en la base con motosierra y, finalmente, trocearlo para su evacuación. Para la labor de atirantado, se elevará a un trabajador mediante grúa y cesta, el cual eslingará adecuadamente el árbol en su tercio superior. Si sopla viento se suspenderá el eslingado y/o abatimiento del mismo, dado el inevitable riesgo de movimientos no previstos.

Si el árbol es de alto valor ecológico, su traslado habrá de ser integral, incluyendo también su bulbo de raíces. Para ello habrá que delimitarse la zona de peligro para, posteriormente, atirantarlo por su copa sea cual sea su altura. Tras esto, será necesario el socavamiento de la base de raíces hasta la profundidad que determine como necesaria un técnico competente en la materia. El conjunto de tronco y raíces será tumbado con cuidado en una zona cercana para su carga en camión de longitud adecuada. El izado se realizará disponiendo 2 puntos de tracción, de forma que los pesos estén equilibrados, evitando vuelcos y roturas imprevistas.

Excavación por medios mecánicos

Antes de comenzar la excavación, la dirección técnica aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos por el Contratista.

En vaciados importantes, se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el desmonte o vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas

ANEJO 13: Estudio de seguridad y salud

señalados en la documentación técnica del proyecto y contemplados en el Plan de Seguridad y Salud. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo, para su supervisión por parte de la dirección técnica y por el Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

El orden y la forma de ejecución de las excavaciones, así como los medios a emplear en cada caso, se ajustarán a las prescripciones establecidas en este estudio, así como en la documentación técnica del resto del proyecto. El Plan de Seguridad y Salud de la obra contemplará la previsión de sistemas y equipos de movimiento de tierras a utilizar, así como los medios auxiliares previstos y el esquema organizativo de los tajos a disponer.

El Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes, referentes a las excavaciones:

- . Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- . Accesos a cada excavación.
- . Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de maquinaria.
- . Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de los trabajos.
- . Establecimiento de vallas móviles o banderolas a $d=2h$ del borde del vaciado.
- . Disponibilidad de información sobre servicios afectados.
- . Detección y solución de cursos naturales de agua superficiales o profundas.
- . Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- . Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y posible afección por la obra.
- . Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.
- . Previsión de apariciones de lentejones y restos de obras.
- . Previsión de acotaciones de zonas de acción de cada máquina en el vaciado.
- . Colocación de topes de seguridad cuando sea preciso que una máquina se aproxime a los bordes de la excavación, tras la comprobación de la resistencia del terreno.
- . Establecimiento, si se aprecia su conveniencia, de un rodapié alrededor del vaciado, para evitar que caigan objetos rodando a su interior.
- . Previsión de eliminación de rocas, árboles o postes que puedan quedar descalzados o en situación de inestabilidad en la ladera que deba quedar por encima de zonas de desmonte.

. Previsión de riegos para evitar ambientes pulvígenos.

. Asimismo, el Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra contendrá la definición de las medidas preventivas a adoptar cuando existan edificios próximos a las excavaciones o sea preciso disponer cargas o circulación de máquinas o camiones en sus inmediaciones, concretamente:

- En excavaciones sin entibar, el ángulo formado por la horizontal y la línea que une el vértice inferior de la carga más próximo a la excavación, con el vértice inferior del mismo lado de ésta, será siempre inferior al ángulo de rozamiento interno de las tierras.
- En los casos en que las cargas o los cimientos de edificios cercanos estén más próximos a la excavación, ésta se entibará y protegerá específicamente.
- El Plan de Seguridad y Salud establecerá, en su caso, la necesidad de apeos en todos los elementos que resulten afectados de los edificios próximos y, siempre, se colocarán testigos que permitan realizar el seguimiento de su estabilidad.

El Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra analizará detalladamente el estudio de la estabilidad de los vaciados, comprobando la validez de sus previsiones y de las de este estudio, a la vista de las definiciones y circunstancias concretas que realmente se den en la obra, teniendo en cuenta las siguientes normas y condiciones previstas a nivel de proyecto:

. Los taludes de inclinación baja sin estar sometidos a cargas no precisarán ser entibados.

. La entibación se considerará válida, salvo en casos de características variantes del terreno o cargas sobre el terreno diferentes de las previstas que, en caso de producirse, habrán de ser estudiadas y resueltas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

. Se considera necesario definir en el Estudio de Seguridad y Salud de la obra, la entibación en excavaciones, con las siguientes características:

- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $h < 2,00$ m: Entibación ligera.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $2 < h < 2,50$ m: Entibación semicuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, sin sollicitación, con $h > 2,50$ m: Entibación cuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, con carga de vial y $h < 2,00$ m: Entibación semicuajada.
- Zanja o vaciado en terreno coherente, con carga de vial y $h > 2,00$ m: Entibación cuajada.
- Pozo en terreno coherente, sin sollicitación y $h < 2,00$ m: Entibación semicuajada.
- Pozo en terreno coherente, sin sollicitación y $h > 2,00$ m: Entibación cuajada.
- Pozo en terreno coherente, con carga de vial y cualquier profundidad: Entibación cuajada.
- Zanja, pozo o vaciado en terreno coherente, con carga edificios: Entibación cuajada.
- Zanja, vaciado o pozo en terreno suelto, con cualquier altura y carga: Entibación cuajada.
- Excavaciones sin carga, de $h < 1,30$ m en terreno coherente no precisarán entibación.

- Se considerará corte sin solicitud de cimentación o vial, cuando $h < (p+d/2)$ ó $h < d/2$, respectivamente.

Siempre que, al excavar, se encuentre alguna anomalía no prevista, como variación de la dirección y/o características de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos u otros, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la dirección técnica y al Coordinador de Seguridad y Salud.

Merece especial atención, en orden a su peligrosidad, la hipotética puesta al descubierto de artefactos explosivos. En este supuesto, los trabajos deben ser inmediatamente interrumpidos y alejado del lugar el personal de obra y ajeno a la misma, que por su proximidad pudiera ser afectado. Si existen edificios colindantes, se avisará a los propietarios como medida de precaución del posible riesgo. Inmediatamente se comunicará tal hecho a las autoridades competentes para que precedan a desactivar o retirar dicho ingenio.

En relación con los servicios e instalaciones que puedan ser afectados por el desmonte o vaciado, se recabará de sus compañías propietarias o gestoras la definición de las posiciones y soluciones más adecuadas, así como la distancia de seguridad a adoptar en relación con los tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica, sin perjuicio de las previsiones adoptadas en este estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud de la obra, que deberá ser actualizado, en su caso, de acuerdo con las decisiones adoptadas en el curso de la excavación.

Al realizarse excavaciones urbanas, se protegerán todos los elementos de servicios públicos que puedan ser afectados por el vaciado, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, al objeto de mantener su utilidad y, en cualquier caso, de evitar su caída, desplome o interferencia en la obra. Del mismo modo, habrá que tener muy en cuenta en este tipo de excavaciones el riesgo de caída de peatones o vehículos ajenos a la obra al interior del vaciado. Para ello deberá protegerse adecuadamente con barandillas suficientemente resistentes todo el borde del vaciado, acompañando esta medida con la debida señalización óptica y luminosa que advierta del peligro.

Se evitará la entrada de aguas superficiales al desmonte o vaciado y se adoptarán las soluciones previstas en el proyecto o en este estudio para el saneamiento de las aguas profundas. En el supuesto de surgir la aparición de aguas profundas no previstas, se recabará la definición técnica complementaria, a la dirección técnica y al Coordinador de Seguridad y Salud.

Los lentejones de roca que puedan aparecer durante el desmonte o vaciado y que puedan traspasar los límites del mismo, no se quitarán ni descalzarán sin la previa autorización de la dirección técnica y comunicación al Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

De acuerdo con las características establecidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, toda excavación próxima a zona urbana estará rodeada de una valla, verja o muro de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde del desmonte o vaciado no inferior a 1,50 m, cuando éstas dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de 10 m y en las esquinas. Cuando entre el cerramiento y el borde del desmonte o vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una distancia no menor de dos veces la altura del desmonte o vaciado en ese borde, salvo que por haber realizado previamente estructura de contención, no sea necesario.

En tanto dure la excavación, cualquiera que sea su ubicación, se dispondrá en la obra de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables con terminales como gazas o ganchos y lonas o plásticos, así como cascos, equipo impermeable, botas de suela protegida u otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse, al objeto de proporcionar en cada caso el equipo indispensable a los trabajadores, en supuestos de necesidad. Las previsiones de equipos de protección y medios de seguridad y evacuación serán siempre contempladas en el Plan de Seguridad y Salud.

La maquinaria a utilizar mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica o, en caso de ser preciso, se establecerán las protecciones, topes o dispositivos adecuados, de acuerdo con las previsiones efectuadas en el Plan de Seguridad y Salud, respetando los mínimos establecidos en este estudio.

En caso de disponerse de instalaciones temporales de energía eléctrica, a la llegada de los conductores de acometida se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se consultará la NTE IEP: Instalaciones de Electricidad.

Los camiones y otros vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán en sus rampas y vías de acceso al tráfico exterior con un tramo horizontal de terreno consistente y de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de 6 m. Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno, con ángulo de inclinación no mayor del establecido en el proyecto y según haya sido fijado en el Plan de Seguridad y Salud. El ancho mínimo de las rampas será fijado en el Plan de Seguridad y Salud, teniéndose siempre en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que el Contratista prevea utilizar en la obra.

De acuerdo con las previsiones del Plan de Seguridad y Salud o, en su caso, de las actualizaciones precisas del mismo, se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, cuya instalación es obligatoria y será comprobada al inicio de la obra. Cuando el movimiento sea de marcha atrás y el conductor esté falto de visibilidad, éste estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga se acerque al borde del desmonte, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del vehículo, todo ello acorde con lo previsto en el Plan de Seguridad y Salud. Cuando la máquina esté situada por encima de la zona a excavar o en bordes de desmontes o vaciados, siempre que el terreno lo permita, será del tipo retroexcavadora o se hará el refino a mano. Antes de iniciar el trabajo, se verificarán diariamente los controles y niveles de vehículos y máquinas a utilizar y, antes de abandonarlos, que el bloqueo de seguridad ha sido puesto.

Quedará terminantemente prohibida en la obra la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco. No se permitirán acumulaciones de tierras de excavación, ni de otros materiales, junto al borde del vaciado, debiendo estar separadas de éste una distancia no menor de dos veces la profundidad del desmonte o vaciado en ese borde, salvo autorización, en cada caso, de la dirección técnica y del Coordinador de Seguridad y Salud.

Se evitará la formación de polvo mediante el riego de los tajos y, en todo caso, los trabajadores estarán protegidos contra ambientes pulvígenos y emanaciones de gases, mediante las protecciones previstas en el Plan de Seguridad y Salud.

El refino y saneo de las paredes del desmonte o vaciado se realizará para cada profundidad parcial no superior a 3 m, adoptándose las protecciones que vengan previstas en el Plan de Seguridad y Salud.

En zonas y pasos con riesgo de caída a altura mayor de 2 m, el trabajador afectado estará protegido con arnés de seguridad anclado a puntos fijos o se dispondrán andamios o barandillas provisionales, de acuerdo con lo que establezca el Plan de Seguridad y Salud.

Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de un talud o corte vertical, las barandillas estarán ancladas hacia el exterior del desmonte o vaciado y los trabajadores circularán siempre sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto. Todas estas

medidas y su dimensionado serán establecidos en el Plan de Seguridad y Salud aprobado para la obra.

El conjunto del desmonte o vaciado estará suficientemente iluminado mientras se realicen los trabajos en condiciones de escasa visibilidad natural.

No se trabajará nunca de manera simultánea en la parte inferior o bajo la vertical de otro trabajo en curso.

Diariamente, y antes de comenzar los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas adecuadamente, si fuese necesario. Se comprobará sistemáticamente, asimismo, que no se observan asientos apreciables en las construcciones próximas, ni presentan grietas en las mismas. Se extremarán las medidas anteriores después de interrupciones de trabajo de más de un día y siempre después de alteraciones climáticas, como lluvias o heladas.

Siempre que, por circunstancias imprevistas, se presente un problema de urgencia, el Jefe de Obra tomará provisionalmente las medidas oportunas a juicio del mismo y se lo comunicará, lo antes posible, a la dirección técnica y al Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.

Al finalizar la jornada no deben nunca quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en el proyecto o en el Plan de Seguridad y Salud, y se suprimirán siempre los bloques sueltos que puedan desprenderse.

Los itinerarios de evacuación de trabajadores en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento, de acuerdo con las previsiones contenidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación, se hará una revisión general de las edificaciones o estructuras próximas, si las hubiere, para observar los daños que hayan podido surgir en las mismas, adoptándose en consecuencia las medidas oportunas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y del fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como las vallas y cerramientos. En el fondo del desmonte o vaciado se mantendrán los desagües necesarios para impedir acumulaciones de agua que puedan perjudicar a los terrenos, locales o cimentaciones de fincas colindantes.

Terraplenes y rellenos

El orden y la forma de ejecución de las explanaciones, así como los medios a emplear en cada caso, se ajustarán a las prescripciones establecidas en este estudio, así como en la documentación técnica del resto del proyecto.

El Plan de Seguridad y Salud de la obra contemplará la previsión de sistemas y equipos de movimiento de tierra a utilizar, así como los medios auxiliares previstos y el esquema organizativo de los tajos a disponer. De forma más concreta, el Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra contendrá, al menos, los puntos siguientes:

- . Orden y método de realización del trabajo: maquinaria y equipos a utilizar.
- . Accesos a la explanación.
- . Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra.
- . Señalamiento de la persona a la que se asigna la dirección de las maniobras.
- . Definición de los límites del suelo consolidado, delimitando acceso de máquinas a taludes.
- . Protección específica para los ensayos y tomas de muestra de control de calidad.
- . Previsión de vertidos de tierras desde camiones.
- . Existencia y, en su caso, soluciones de paso bajo líneas eléctricas aéreas.
- . Existencia y situación de edificios próximos; posibilidad de daño por vibraciones.
- . Previsión de irrupciones del tráfico exterior en la obra, impedimentos y señalización.
- . Previsión de acotaciones de zonas de acción de cada máquina en la explanación.
- . Colocación de topes de seguridad cuando sea necesario que una máquina se aproxime a los bordes de los taludes, tras la comprobación de la consolidación del terreno.
- . Previsión de riegos para evitar ambientes pulvígenos en demasía.

Se solicitará de las correspondientes compañías propietarias o gestoras, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que vayan a ser afectadas por la explanación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica, según las previsiones del Plan de Seguridad y Salud y sus correspondientes actualizaciones, con los mínimos señalados en este estudio.

En bordes junto a construcciones o viales se tendrá en cuenta lo previsto en la "NTE-ADV: Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Vaciados" y las previsiones efectuadas en el Plan de Seguridad y Salud.

ANEJO 13: Estudio de seguridad y salud

Para los cursos naturales de aguas superficiales o profundas cuya solución no figure en el proyecto, se adoptarán las decisiones adecuadas por parte de la dirección técnica y del Coordinador de Seguridad y Salud, que las documentará y entregará al Contratista.

Se impedirá la acumulación de aguas superficiales, especialmente junto a los bordes ataluzados de la explanación.

El relleno en trasdós de muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria y no antes de 21 días de su construcción, si son de hormigón.

Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada de rellenos o terraplenes hasta que la última se haya secado o se escarificará dicha última capa, añadiendo la siguiente tongada más seca de lo normal, de forma que la humedad final sea la adecuada. En caso de tener que humedecer una tongada, se hará de forma uniforme sin producir encharcamientos.

Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura ambiente a la sombra descienda por debajo de 2º C.

Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y, en todo caso, se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie, dejando huella en ella.

En general, los recrecidos y rellenos que se realicen para nivelar se tratarán como coronación de terraplén y la densidad a alcanzar no será menor que la del terreno circundante. Los tocones y raíces mayores de 10 cm se eliminarán hasta una profundidad no inferior a 50 cm.

Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal o cunetas, se realizarán lo antes posible. La transición entre taludes en desmontes y terraplenes se realizará suavizando la intersección. En general, el drenaje de los rellenos contiguos a obras de fábrica se ejecutará antes, o simultáneamente, a dicho relleno.

Cuando se empleen instalaciones temporales de energía, a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se consultará la NTE IEP: Instalaciones de Electricidad. Puesta en Tierra, cuyas estipulaciones estarán reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica y se contemplarán los topes, resguardos y medidas preventivas que vengan establecidas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

ANEJO 13: Estudio de seguridad y salud

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parada inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica, a cuyos efectos se comprobará la existencia de bocinas en todas las máquinas, a su llegada a la obra. Cuando el movimiento sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro trabajador en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga o máquina se acerque a un borde ataluzado, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo, de acuerdo con las previsiones del Plan de Seguridad y Salud.

Cuando, en el curso de la obra, se suprima o sustituya una señal de tráfico, se comprobará que el resto de la señalización está acorde con la modificación realizada o se repondrá, en su caso el estado adecuado.

Antes de iniciar el trabajo de movimiento de tierras, diariamente, se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y, antes de abandonarlos, que está puesto el bloqueo de seguridad. Los detalles para cada máquina se especifican en el punto siguiente del presente anejo.

Se evitará la formación de polvo mediante riego y, en todo caso, los trabajadores dispondrán de las adecuadas protecciones para su utilización en ambiente pulvígenos, según las previsiones del Plan de Seguridad y Salud.

La limpieza y saneo de los taludes se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m. Nunca se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo en curso.

Los itinerarios de evacuación de operarios en caso de emergencia, previstos en el Plan de Seguridad y Salud, deberán estar expeditos en todo momento de la obra.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones y medidas contempladas en este estudio y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud de la obra, atendiendo a la normativa de aplicación.

Zanjas y pozos

Las zanjas y pozos participan de la mayoría de los riesgos y medidas preventivas que se prevén para desmontes y excavaciones en general. Aún así, existe la necesidad de ampliar más específicamente el Estudio de Seguridad y Salud en lo referente a zanjas y pozos.

La apertura de zanjas es una actividad origen de múltiples y muy graves accidentes, por lo que han de ser objeto de una vigilancia muy estrecha desde sus primeras fases.

Cualquier entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia y formación.

En las zanjas que han de excavarse en toda su profundidad, realizando tramos sucesivos de las mismas, la sujeción del terreno de las paredes será realizada de una vez, utilizando el siguiente sistema de montaje de módulos metálicos de entibación:

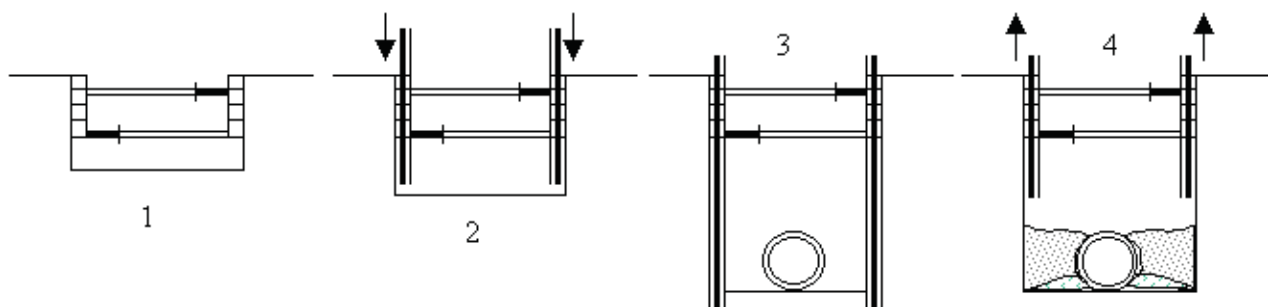
1.- Montaje de los módulos arriostrados por codales adaptables al ancho de la zanja. 2.- Colocación del módulo en la zanja excavada.

3.- Colocación del tramo de tubo o colector en la zona de zanja protegida. 4.- Relleno parcial de la zanja y recuperación del módulo correspondiente.

En los marcos cabeceros con paneles metálicos hincados el proceso será el siguiente: 1.- Montaje de los cabeceros acoplados al ancho de la zanja.

2.- Hinca de paneles protectores, simultánea con la excavación de la zanja.

3.- Excavación finalizada. Si es necesario, codales intermedios para evitar pandeos. 4.- Relleno de la zanja y retirada simultánea de los paneles metálicos.



PROCESO DE ENTIBACIÓN CON CABECEROS Y PANELES HINCADOS

La anchura de las zanjas se realizará en función de su profundidad obedeciendo a los siguientes criterios:

- . Hasta 1,50 m de profundidad, anchura mínima de 0,65 m.
- . Hasta 2,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,75 m.
- . Hasta 3,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,80 m.
- . Hasta 4,00 m de profundidad, anchura mínima de 0,90 m.

. Para más de 4,00 m de profundidad, anchura mínima de 1,00 m.

Si la profundidad de la excavación es igual o superior a 1,30 m deberán adoptarse medidas de seguridad contra posibles hundimientos o deslizamientos de los paramentos. La profundidad máxima permitida sin entibar, desde la parte superior de la zanja, supuesto que el terreno sea suficientemente estable, no será superior a 1,30 m. No obstante, siempre debe protegerse la zanja con un cabecero.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, siempre que hayan operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de reten en el exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.

Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios dentro de la zanja, en función de la herramientas que empleen.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales cuando se hayan aflojado. Se comprobará, además, que estén expeditos los cauces de agua superficiales, en caso de existir. No se permitirá la retirada de las medidas de protección de una zanja mientras permanezcan operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvia o heladas.

Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación. Los codales o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso ni se usarán para la suspensión de conducciones o cargas, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie. En general, las entibaciones o parte de éstas se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior del corte.

La altura máxima sin entibar, en fondo de zanja (a partir de 1,30 m) no superará los 0,70 m, aún cuando el terreno sea de buena calidad. En caso contrario, se debe bajar la tabla hasta ser clavada en el fondo de la zanja, utilizando a su vez pequeñas correas auxiliares con sus correspondientes codales para crear los necesarios espacios libres provisionales donde poder ir realizando los trabajos de tendido de canalizaciones, hormigonado, etc. o las operaciones precisas a que dio lugar la excavación de dicha zanja. Aún cuando los paramentos de una zanja sean aparentemente estables, se entibarán siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.

Siempre es necesario entibar a tiempo y el material previsto para ello debe estar a pie de obra en cantidad suficiente, con la debida antelación, habiendo sido revisado y con la garantía de que se encuentra en buen estado.

El diámetro de los codales de madera no debe ser inferior a 10 cm en punta, para las excavaciones más estrechas, y entre 12 y 14 cm si la excavación está comprendida entre 0,80 y 1,80 m. Para anchuras superiores debe comprobarse la sección mediante el cálculo. Los puntales de madera escuadrada y metálicos se usarán siempre que su resistencia sea igual o superior a la de los rollizos. Debe tenerse en cuenta que los codales de madera, a igualdad de sección, tiene mayor resistencia en forma de sección circular (rollizo) que cuadrada. Los codales no deben entrar a presión, sino que su colocación se realizará siempre mediante cuñas que se introducen entre la testa del codal y la correa o vela.

En el entibado de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superiores a un metro. La tablazón de revestimiento de la zanja deberá ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales a la excavación.

Toda excavación que supere los 1,60 m de profundidad deberá estar provista, a intervalos regulares, de las escaleras necesaria para facilitar el acceso de los operarios o su evacuación rápida en caso de peligro. Estas escaleras deben tener un desembarco fácil, rebasando el nivel del suelo en 1 m, como mínimo.

La distancia más próxima de cualquier acopio de materiales al paramento entibado no debe ser inferior a 1 m.

Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde del corte, se dispondrán vallas móviles que se iluminarán cada diez metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP.44 según UNE 20.324.

En la realización de los trabajos de apertura de zanjas se tendrán en cuenta las necesarias dotaciones y las normas de empleo obligatorio de los siguientes equipos de protección personal:

- . Casco de seguridad no metálico.
- . Protectores auditivos de tipo orejeras (para todos los trabajos en que se manipule el martillo neumático sin silenciador en proximidad de equipos ruidosos).

- . Guantes de protección frente a agresivos químicos para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado.
- . Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos, con protección en zona temporal con material transparente incoloro, equipado con oculares de protección (para los trabajos con martillo neumático tipo pistolete).
- . Arnés de seguridad para los trabajadores que hayan de situarse en los bordes de zanjas profundas.
- . Botas de seguridad contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajos en ambiente seco).
- . Bota de seguridad impermeable al agua y a la humedad (para todo tipo de trabajo húmedo y, por ejemplo, colocación y vibrado de hormigón).
- . Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
- . Traje de agua (para protegerse de las inclemencias del tiempo).

Esta relación de equipos y prendas de protección personal se ampliará siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección no reseñados en este capítulo y siempre será imprescindible que dispongan del sello CE. Su previsión de dotación y empleo efectivo en la obra se incluirá siempre en el Plan de Seguridad y Salud.

En el Plan de Seguridad y Salud de la obra deberán escogerse entre las siguientes opciones de paso sobre zanjas:

. Pasarela de madera:

- Tablero de tablonos atados sobre vigas largueros de canto = 0,12 cm.
- Barandillas a 90 cm clavadas sobre tablas montantes a 50 cm de distancia.
- Rodapiés de 18 cm clavados sobre tablero.
- Arriostramientos laterales en cuchillo exterior.

. Pasarelas metálicas:

- Tablero de chapa e = 1 mm soldado a perfiles de canto = 8 cm.
- Barandillas a 90 cm prefabricadas o soldadas a tablero.
- Rodapiés de 18 cm soldados al tablero.

Sustitución por simples chapas metálicas, sólo admisible en zanjas de h = 60 cm.

Pozos y catas

Además de las contempladas en el apartado correspondiente a las zanjas y sin perjuicio de las establecidas en el resto del proyecto y de este Estudio de Seguridad y Salud y cuantas otras sean de aplicación, cuando se deban utilizar sistemas de elevación o bajada de tierras u otros materiales al interior de un pozo, el Plan de Seguridad y Salud de la obra contemplará las condiciones de diseño y construcción de los mismos, habida cuenta de que el método que sea utilizado no tiene que entrañar peligro alguno para los trabajadores que se encuentran en el fondo del pozo y que el aparato elevador deberá disponer de limitador de final de carrera del gancho, así como de un pestillo de seguridad instalado en el propio gancho.

En todo caso, el operario encargado de la grúa que manipule el aparato elevador deberá tener la suficiente visibilidad para que desde la parte superior pueda observar la correcta elevación del balde, sin riesgo por su parte de caída al vacío y utilizando siempre el arnés de seguridad convenientemente anclado.

Siempre se deberá prever el suficiente espacio libre vertical entre la polea elevadora y el cubo, cuando éste se encuentre en lo alto del pozo. El cubo deberá estar amarrado al cable de izar de manera que no se pueda soltar y los tornos colocados en la parte superior del pozo deberán instalarse de manera que se pueda enganchar y desenganchar el cubo sin peligro alguno.

Cuando se utilice un torno accionado manualmente se deberá colocar alrededor de la boca del pozo un plinto de protección. Nunca se permitirá llenar los cubos o baldes hasta su borde, sino solamente hasta los dos tercios de su capacidad. Se deberán guiar los baldes llenos de tierra durante su izado.

En los casos que se precise, se deberá instalar un sistema de ventilación forzada introduciendo aire fresco canalizado hacia el lugar de trabajo en el pozo.

En la realización de los trabajos de apertura de pozos se tendrán en cuenta las necesarias dotaciones y las normas de empleo obligatorio de los siguientes equipos de protección personal:

- . Casco de seguridad no metálico (para todos los trabajos).
- . Protectores auditivos de tipo orejeras (para todos los trabajos en que se manipule el martillo neumático sin silenciador en proximidad de equipos ruidosos).
- . Equipos de protección de vías respiratorias con filtros mecánicos (para los trabajos en el interior de pozos con ambiente pulvígeno).

- . Guantes de protección frente a agresivos químicos (para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado).
- . Gafas de montura tipo universal para la protección contra impactos, con protección en zona temporal con material transparente incoloro, equipado con oculares de protección (para los trabajos con martillo neumático tipo pistoleta).
- . Arnés de seguridad para el gruista situado en la boca del pozo.
- . Arnés anticaídas (para el trabajador que ha de acceder a los pozos).
- . Botas de seguridad contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajos en ambiente seco).
- . Bota de seguridad impermeable al agua y a la humedad (para todo tipo de trabajo húmedo y, por ejemplo, colocación y vibrado de hormigón).
- . Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
- . Traje de agua (para protegerse de las inclemencias del tiempo).

Esta relación de equipos y prendas de protección personal se ampliará siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección no reseñados en este capítulo y siempre será imprescindible que dispongan del sello CE. Su previsión de dotación y empleo efectivo en la obra se incluirá siempre en el Plan de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud laboral de la obra contendrá la definición del sistema de entibación de los pozos a practicar en la obra, adoptando alguno de los siguientes, en su caso:

- . Sistema de aros, consistente en un forrado de tablas verticales suficientemente estrechas para acoplarse a la curvatura de las paredes del pozo y sostenidas por aros metálicos acuñaos firmemente.
- . Sistema de marcos con correas o jabalcones y codales fijando tableros o tablas sueltas, en pozos cuadrados o rectangulares.
- . Sistemas de cuadro de mina, en pozos de sección cuadrada o rectangular, con correas apretadas con calas y cuñas y encastradas a media madera, sujetando tablas hincadas de longitud no superior a 1,50 m con solapes de al menos 15 cm.
- . Sistema de zunchos metálicos extensibles, para pozos circulares, sujetando el forrado cilíndrico de tablas que pasan entre el zuncho o anillo y el terreno.

. Sistema de camiones articulados fabricados en taller, con cerchas de tabloncillo a las que se atornilla o clava el forro de tabla, formando el camión que se une al siguiente por bisagras que permiten su plegado. El cierre es realizado por un tornillo de expansión que presiona el conjunto sobre el terreno.

3.2.2. Estructuras y obras de fábrica

Cuando se inician los trabajos de estructuras o de obras de fábrica, la obra comienza una fase de pleno rendimiento y, por tanto, ya se habrán resuelto los accesos a los distintos tajos, los servicios afectados estarán desmantelados, los riesgos a terceros estarán protegidos, todas las protecciones personales y colectivas estarán en obra y habrán sido revisadas y las instalaciones de higiene contarán con suficiente capacidad para acometer esta nueva fase.

En esta etapa de obra es importante que exista una brigada de seguridad, que diariamente, al inicio de los trabajos, revise todas las protecciones colectivas, reponiendo o reparando las que se encuentren deterioradas. Es importante que, cuando se haga entrega de los equipos de protección personal a los trabajadores, se les entreguen también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, en el sentido de la obligatoriedad de uso de las protecciones personales, que respeten las protecciones colectivas, etc.

Protecciones personales

En general siempre se debe intentar utilizar, antes que equipos de protección personal, algún tipo de protección colectiva capaz de evitar la incidencia de los riesgos, ya que éstos no han podido evitarse. No obstante en muchos casos resultará imprescindible el uso de estas protecciones personales.

Incluso el personal de supervisión debe utilizar, cuando se encuentre en los distintos tajos de estructuras, ropa y calzado adecuados y, por supuesto, el casco de seguridad. Pero además, en algunos casos concretos, deberá utilizar chaleco reflectante. El equipo básico de los trabajadores estará formado por casco de seguridad, mono y botas. Además deberá ser complementado en función de los trabajos a realizar por guantes, gafas, mascarillas, protectores auditivos, arneses de seguridad y otros.

El Plan de Seguridad y Salud concretará todas las protecciones individuales para cada uno de los tajos de estructuras y obras de fábrica en función de sus características.

Protecciones colectivas

Las protecciones colectivas más significativas que habrán de disponerse son:

- . Cuadros eléctricos con protección diferencial.
- . Redes.
- . Señalización de obra.
- . Iluminación.
- . Señalización de gálibo.
- . Plataformas de trabajo adecuadas.
- . Barandillas, rodapiés y otros elementos de protección de caídas

El Plan de Seguridad y Salud establecerá todas las protecciones colectivas para cada uno de los tajos de estructuras, en función de sus características concretas y de los riesgos identificados en cada caso.

Maquinaria de elevación

Para evitar desplazamientos imprevistos de las cargas es imprescindible que las grúas se encuentren bien calzadas y asentadas. Deben realizarse todas las revisiones previstas en el libro de mantenimiento y en las fechas programadas. No se realizarán en obra reparaciones de las plumas o de las estructuras de celosía de las grúas.

Las maniobras de izado deben comenzar lentamente para tensar los cables antes de la elevación. Nunca se manejarán cargas superiores a las capacidades de carga de las grúas. El cable se mantendrá siempre en posición vertical estando prohibido dar tiros sesgados.

Se darán instrucciones a los trabajadores para que no permanezcan debajo de cargas suspendidas y a los maquinistas para que no pasen cargas por encima de los operarios.

El señalista será el único operario que dará instrucciones al maquinista. Sólo se levantarán cargas entre dos grúas cuando sea imprescindible y siempre las operaciones se dirigirán por medio de un operario de probada capacidad.

Puentes y viaductos

La casuística de las estructuras es grande, pero éstas se componen de las siguientes partes básicas: cimentación, pilas y dinteles, tableros, acabados y estribos, incluyéndose éstos últimos, a efectos de sus previsiones de seguridad, en el apartado "Muros".

- *Cimentaciones superficiales:*

En las cimentaciones superficiales, independientemente de los riesgos derivados del vaciado, deberá preverse en primer lugar un acceso adecuado al fondo de la excavación mediante escaleras de mano. Éstas deberán tener zapatas antideslizantes y estarán ancladas al terreno por medio de una estaca de madera embutida en el terreno y alambre. Los principales riesgos durante esta fase son las caídas a distinto nivel y los derivados de la manipulación de la ferralla y la puesta en obra del hormigón.

En principio la excavación de la cimentación debe permanecer sin hormigonar el menor tiempo posible, siendo preferible que el proceso de excavación, ferrallado y hormigonado sea continuo o que se realice en el mismo día. Si se excava y se hormigona en el día, si no existe un gran tránsito de obra en las proximidades de la cimentación o si la altura de caída es menor de dos metros, en principio, será suficiente señalar la excavación con cinta de plástico bicolor sustentada por redondos verticales embutidos en el terreno. En el caso de que la excavación deba permanecer más de un día abierta o la altura de caída sea mayor de dos metros, deberá protegerse con una barandilla resistente de 90 cm de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié. Dicha barandilla puede construirse por redondos verticales embutidos en el terreno y redondos horizontales. En todos los casos, los extremos de los redondos quedarán señalizados y protegidos mediante tapones de plástico de color vivo. También podría realizarse con tablones de madera. En este último caso no deberán situarse demasiado próximos al borde de la excavación para evitar derrumbamientos .

Los riesgos derivados de la manipulación de la ferralla y el hormigón se protegen utilizando los equipos de protección personal adecuados, es decir, casco, mono, botas y guantes. Los camiones de transporte del hormigón deben situarse perpendiculares a la excavación, con objeto de que transmiten las menores cargas dinámicas posibles al corte del terreno.

Además, la instalación eléctrica debe cumplir la normativa vigente teniendo puesta a tierra y protección diferencial.

Si la cimentación se realiza en las proximidades de una vía en servicio la señalización, balizamiento y defensa cumplirá todo lo que se especifica en la Norma 8.3-IC. En este último caso es imprescindible la colocación de una valla bionda de protección, que se dejará hasta la completa finalización del paso elevado y que servirá de protección, tanto para la unidad de obra como para los medios auxiliares y trabajadores.

Se comprobará que el tráfico, en especial el pesado, no sobrecarga la cabeza de la excavación; en caso de sobrecarga excesiva será necesario realizar un estrechamiento de los carriles correspondientes.

Todos los trabajadores utilizarán mono y casco, así como, para facilitar su detección a los usuarios de la carretera en servicio, chaleco reflectante, especialmente los señalistas.

Cimentaciones profundas:

En la ejecución de pilotes para la cimentación de estructuras u otros elementos, será necesario observar las siguientes normas mínimas, en tanto no sean especificadas otras más concretas en el Plan de Seguridad y Salud:

. Antes de comenzar la ejecución de los pilotes debe comprobarse que no existe ninguna conducción, ni aérea ni enterrada, que pueda ser afectada por los trabajos.

. Todo el personal implicado será especialista en la tareas que haya de realizar.

. Las operaciones de carga y descarga sobre camión de la máquina pilotadora se realizarán en lugares concretos, áreas compactadas, en prevención de los riesgos de vuelco por asiento o desequilibrio.

. Debe planificarse la zona de elaboración de la ferralla y acopio de materiales (camisas metálicas, trépano, morsa, tolva, tubos, etc.) de forma que no interrumpan o dificulten el paso de vehículos o máquinas ni el trabajo normal.

. La boca de una excavación de pilote, cuando no se esté trabajando en ella, debe quedar señalizada y protegida contra posibles caídas o accidentes. En el caso de tratarse de pilotes encamisados, durante las maniobras de acople o desacople de las camisas metálicas, se atenderá al riesgo de caída de los operarios mediante alguno o varios de los métodos siguientes:

- Sujeción de los trabajadores con arnés de seguridad.
- Dejar la camisa que queda embutida en el terreno con más de 90 cm sobresaliendo del mismo para facilitar las labores y evitar caídas.
- Establecimiento de plataformas adecuadas de trabajo.

. Estará prohibido descender a la excavación de un pilote a través de la ferralla o por cualquier otro medio, por representar un riesgo muy elevado de accidente grave. Para evitar este riesgo, la ferralla estará totalmente terminada antes de su colocación, no debiendo requerir ningún trabajo posterior.

. Se comprobarán los enganches de las piezas (armadura o encofrado) antes de comenzar su izado. Así mismo, se dispondrán los medios adecuados para evitar los tiros oblicuos.

. Estará prohibido permanecer bajo cargas suspendidas, acotándose las zonas habituales de paso de las mismas.

. La maniobra de colocación de la ferralla estará dirigida por una sola persona. Esta persona procederá a la corrección y aplomado de la jaula de ferralla, siendo necesario que otras 2 personas guíen la jaula mediante sogas, evitándose los movimientos bruscos o pendulares de la misma. El operario que aplome la jaula deberá utilizar arnés de seguridad anclado a punto fijo.

. Todos los restos de ferralla deberán retirarse fuera de la zona de paso y trabajo. Deberá prestarse especial atención a los restos de mortero y hormigón por las posibles caídas por deslizamiento.

. La maniobra marcha atrás del camión hormigonera deberá ser dirigida por un trabajador dedicado expresamente a ello.

. Para el hormigonado del fondo del pilote se dispondrán los medios precisos para evitar la segregación del hormigón vertido. Estos medios pueden consistir en tubos que llegan al fondo del pilote en los que vierte la hormigonera a través de un embudo superior. Para el montado y desmontado de estos tubos, los operarios se exponen a un riesgo muy alto de caída al interior del pilote y para evitar este riesgo deben seguirse las siguientes precauciones:

- Se prohibirá terminantemente a los trabajadores subirse a la camisa metálica del pilote para realizar estas labores.
- Los operarios habrán de ir sujetos convenientemente mediante un arnés de seguridad.

. Una vez hormigonado el pilote, las esperas quedarán señalizadas y protegidas mediante tapones de plástico de color vivo.

. Para la destroza de la cabeza del pilote se avisará a todos los operarios cercanos de que tomen las precauciones frente a la proyección de partículas del hormigón sobre cabeza, cara y ojos, principalmente.

Pilas y dinteles:

En esta fase de la obra suelen comenzar los trabajos con riesgo de caída a distinto nivel por lo que, como norma general, deberá tenerse en cuenta que todos los trabajadores que actúen a más de dos metros de altura habrán de encontrarse protegidos mediante barandillas, redes, etc.

Solamente en trabajos de corta duración se confiará tal protección al arnés de seguridad, especificando siempre al trabajador el punto fijo en que debe anclar el arnés.

Si las pilas y dinteles son de hormigón armado realizado in situ, antes de comenzar los trabajos se comprobará que los medios de elevación y las eslingas se encuentran en perfecto estado.

Durante el ferrallado, encofrado y posterior hormigonado, todos los operarios deberán utilizar los equipos de protección personal necesarias.

No se permitirá que ningún operario trepe por la ferralla, por ejemplo, para quitar las eslingas, sino que se contará siempre con los adecuados medios auxiliares, como andamios o escaleras.

Durante el ferrallado de los dinteles deben preverse las esperas o los pernos de sujeción de las redes de protección necesarias en posteriores fases y, en su caso, los que deban servir de anclajes fijos para arneses de seguridad o líneas de vida.

Las cimbras y los encofrados deben estar convenientemente apuntalados y arriostrados en distintos planos para resistir los esfuerzos a que van a ser sometidos, lo cual debe ser fruto del cálculo justificativo preceptivo.

En pilas de tamaño importante deberá preverse los accesos a las plataformas de trabajo. Si la altura es menor de 5,00 metros podrán utilizarse escaleras de mano; para alturas comprendidas entre 5,00 y 7,00 metros se emplearán escaleras de mano reforzadas en su punto medio; para alturas superiores se emplearán escaleras de tiros y mesetas. No obstante, muchos de los sistemas de encofrado de estas pilas de gran tamaño llevan incorporados escaleras protegidas por aros y mesetas intermedias, así como plataformas de trabajo protegidas por barandillas, lo cual constituye una solución generalmente idónea. Las plataformas de trabajo deben tener un ancho mínimo de 60 cm y barandillas de 90 cm, al menos, dotadas de pasamanos, listón intermedio y rodapié. La unión entre las escaleras de tiros y mesetas y las plataformas de trabajo ha de realizarse de forma segura, debiendo estar ambos elementos debidamente arriostrados para evitar separaciones peligrosas.

Cuando las pilas sean de gran tamaño, será necesario utilizar sistemas de encofrados semideslizantes, deslizantes o trepantes. Los encofrados semideslizantes, como el indicado en la figura postcedente, se sujetan al hormigón ya ejecutado por medio de pernos, que se vuelven a dejar embutidos en el hormigón de la tongada siguiente, lo que permite elevarlos por medio de maquinaria adecuada, fijándolos en los nuevos pernos.

Estos encofrados llevan incorporadas dos plataformas de trabajo, una superior, para los trabajos de hormigonado, y otra inferior, para trabajos de repaso del hormigón. Ambas plataformas tendrán un ancho mínimo de 60 cm y estarán protegidas por barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

En el caso de empleo de encofrados deslizantes y trepantes, los trabajadores deben estar adecuadamente cualificados y recibirán, antes del inicio de los trabajos, las instrucciones de seguridad necesarias. Antes de su incorporación al centro de trabajo habrán pasado un reconocimiento médico que incidirá principalmente en aspectos específicos, como el vértigo, posibles mareos, etc.

Se instalará una valla protectora alrededor de la pila a una distancia no menor de 1/10 de la altura de la misma. Los accesos al encofrado se protegerán con marquesinas. Las plataformas de trabajo en este tipo de encofrados tendrán también un ancho mínimo de 60 cm y estarán asimismo protegidas por barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié, cubriéndose los vanos laterales de la plataforma con una malla mosquitera para evitar la caída de herramientas u otros objetos. El acceso a las plataformas de trabajo se realizará desde escaleras de tiros y mesetas o por medio de ascensor montapersonas. La comunicación entre las plataformas se realizará por medio de escaleras protegidas por aros y con una trampilla en la plataforma superior. Debe asegurarse la perfecta continuidad de todo el perímetro de las plataformas o, en caso contrario, señalar con especial cuidado las soluciones de continuidad.

Todas las instalaciones de los encofrados, eléctricas, mecánicas, de calefacción, etc., sólo serán manipuladas por personal especializado, debiéndose prohibir a los restantes trabajadores manejar estas instalaciones, ya estén en funcionamiento o averiadas. Los cuadros eléctricos irán emplazados en la plataforma superior, en sitio visible y fácilmente accesible, debiendo contar con protección diferencial.

La colocación y el estado de las barandillas y del resto de protecciones deben ser revisados en cada relevo, comunicándose al jefe de equipo los posibles desperfectos para su reparación.

En tiempo frío se protegerá a los trabajadores con paneles y la plataforma inferior tendrá zonas calefactadas, a las que podrán acceder los trabajadores en turnos predeterminados. Deberán proporcionarse prendas adecuadas al clima a los trabajadores en este tipo de encofrados.

No se debe permitir que se hagan fuegos sobre los encofrados o que se instalen aparatos de calefacción eléctrica que no hayan sido previstos en el proyecto. No obstante los encofrados

deben tratarse con pintura ignífuga. Existirán extintores, cajas de arena y bocas contraincendios conectadas a la tubería de suministro de agua. En invierno, los calentadores eléctricos de la instalación de calefacción del aceite de las bombas electrohidráulicas se montarán en las cabinas de mando, sobre placas incombustibles. La instalación debe ser visible y accesible. Durante los trabajos se prohibirá a los operarios fumar sobre las plataformas de trabajo del encofrado trepante. Sólo se permitirá fumar en los lugares preparados para ello y provistos de cajas de arena.

Debe existir en las plataformas de trabajo un botiquín de primeros auxilios, con el contenido que determine el Plan de Seguridad y Salud, no debiendo faltar torniquetes.

Tableros:

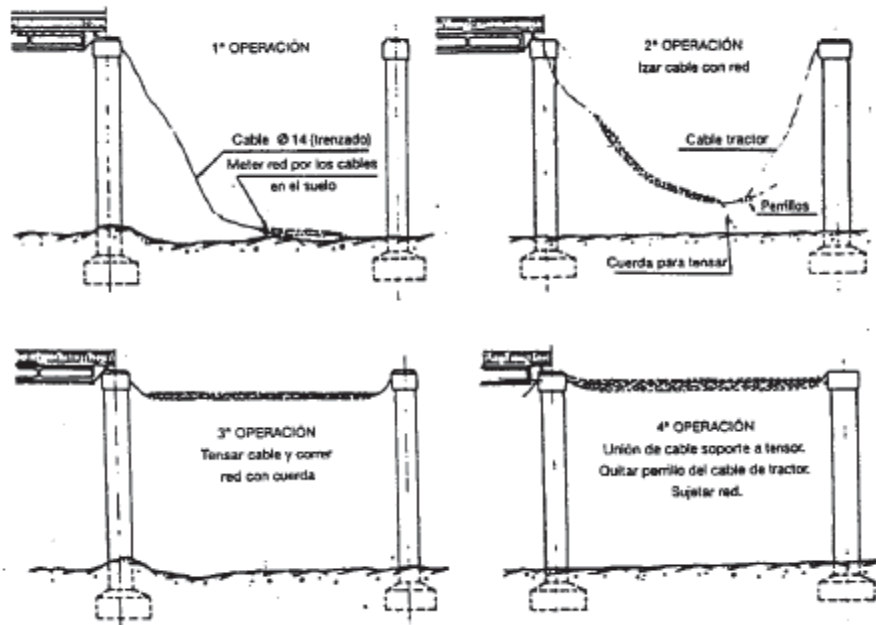
Durante la construcción de la estructura la filosofía preventiva se concreta en la adopción de medidas contra la caída de trabajadores desde alturas considerables y contra la caída de objetos desde el tablero sobre personas o tráfico inferior. En este sentido, para cualquier tipo de tablero, si los trabajos se realizan con tráfico abierto bajo el mismo, es necesaria la colocación de una red horizontal debajo de la estructura para evitar la caída de objetos, por lo que deberán preverse con anterioridad los puntos de anclaje.

La altura de gálibo debe señalizarse con suficiente antelación. Puede ser necesario tener que disminuir la velocidad de aproximación de los vehículos, para lo que se utilizarán estrechamientos de carriles, chicanes, bandas sonoras, etc. Estos procedimientos para conseguir disminuir la velocidad de aproximación serán coherentes con toda la señalización, tanto con la existente antes de la obra como con la de la provisional de obra.

Tableros de vigas prefabricadas:

Si los tableros se construyen por medio de vigas prefabricadas, es necesario realizar, antes del inicio del transporte, un estudio del itinerario a seguir, considerando alturas de gálibos, anchos de carriles, cargas sobre estructuras, etc. El eslingado y la colocación de las vigas se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante de éstas y mediante grúas de suficiente capacidad. Estas instrucciones vendrán reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como en sus posteriores actualizaciones.

El Coordinador de Seguridad y Salud será informado por el Jefe de Obra acerca de los cálculos de las vigas que van a colocarse, en las hipótesis de carga que realmente vayan a darse como consecuencia de los métodos de transporte y colocación adoptados, es decir, por lanzamiento, por grúa, etc.



En la fase de posicionamiento de las vigas, los trabajadores realizarán su actividad disponiendo de una adecuada protección frente a las caídas. Esta protección deberá diseñarse teniendo en cuenta la posibilidad de caída de las vigas ya colocadas por golpeo de la viga en colocación. Esta protección podrá ser del tipo redes de horca, cables fiadores, etc. Los cables fiadores o las horcas irán anclados según la figura adjunta, en la cual se toman como puntos fijos unos pernos embutidos en los dinteles o estribos, que han de venir previstos en los mismos.

Se revisará la estabilidad de las grúas y de sus bases de apoyo, así como el estado de las eslingas, antes del inicio de las maniobras. Los ganchos dispondrán de pestillo de seguridad

La colocación de las placas de encofrado perdido se realizará con arnés de seguridad anclado a un tubo metálico colocado en las vigas. Para ello será necesario que en fábrica, durante el hormigonado de las vigas centrales, se deje embutido un cartucho hueco, que permita la posterior colocación de los tubos.

En las vigas extremas se colocará una plataforma de trabajo a base de pescantes metálicos y tabloncillos de madera, que podrá utilizarse como encofrado de la tabica y, al tiempo, como plataforma de trabajo. La altura de la barandilla se calculará considerando el canto del tablero, de forma que tenga 90 cm de altura respecto del nivel de tablero hormigonado. Los pescantes deberán acuñarse para que mantengan la horizontalidad.

En las vigas extremas, también podrá preverse unas perforaciones en las alas, que permitirán, posteriormente, poder embutir los redondos para formar las barandillas. Se considerará el canto

del tablero para calcular la longitud de los redondos, de forma que la barandilla tenga 90 cm de altura respecto del nivel de tablero hormigonado. En ambos casos deberá preverse en fábrica durante el hormigonado de las vigas extremas la colocación de macarrones, bien en el alma o en el ala superior, para posteriormente poder colocar los pescantes o las barandillas.

Los accesos a las vigas, si no pueden realizarse desde los estribos, se realizarán por medio de escaleras de mano o escaleras de tiros y mesetas en función de la altura.

Tableros contruidos in situ:

Las cimbras deberán estar respaldadas por los cálculos justificativos adecuados, en los que deben contemplarse todas las fases de montaje de las mismas. Todas las operaciones de cimbrado y descimbrado se realizarán con arnés de seguridad, que se irá sujetando a la propia cimbra, pero sólo en zonas probadamente estables.

Es imprescindible que todos los trabajos de ferrallado y hormigonado se realicen protegidos por una barandilla perimetral, que se colocará bien en la propia cimbra, bien adosada a la tabica del encofrado. La altura de dicha barandilla debe ser de 90 cm sobre el tablero hormigonado. Esta barandilla deberá ir ya montada durante el izado de las propias plataformas de trabajo, pues, de no ser así, el primer trabajador que suba se verá obligado a trabajar sin ella.

En caso de tratarse de tableros postesados, será necesario prever el espacio necesario para trabajar con los gatos en posición, dado que éstos ocupan mucho espacio en la plataforma de trabajo y pueden llegar a comprometer los desplazamientos de los trabajadores por las plataformas de trabajo.

Todas las esperas y puntas verticales de la ferralla se protegerán mediante tapones de plástico de color vivo para evitar heridas y enganchones.

Acabados:

Hasta que no comiencen los trabajos de acabado, los accesos a la estructura deben permanecer clausurados mediante señalización y balizamiento acordes a este fin.

Las plataformas de trabajo perimetrales se retirarán lo más tarde posible. Cualquier trabajo que se realice hasta que se coloque la barandilla definitiva se realizará con arnés de seguridad. Si la imposta se construye in situ, cuando el puente sea sobre vigas, se mantendrá la plataforma que se adosó durante el hormigonado. Si el puente es una losa, el propio encofrado deberá llevar las plataformas de trabajo.

Cuando la imposta sea prefabricada, en las estructuras sobre vigas, se mantendrá la plataforma de trabajo. Si el puente es una losa, probablemente no quede otra alternativa que utilizar el arnés de seguridad; no obstante cuando la imposta sea prefabricada, es preferible que lleve incorporada la barandilla definitiva.

En el resto de trabajos de acabados como barandillas, iluminación, etc., todos los trabajos con riesgo de caída de altura deben protegerse, bien por las barandillas definitivas, bien con arnés de seguridad. En todos estos trabajos de acabado se utilizarán siempre las protecciones personales necesarias, así como los medios auxiliares adecuados, estando unas y otros correctamente definidos en el Plan de Seguridad y Salud del Contratista.

La colocación de los tubos para canalizaciones SOS o de drenaje se realizarán preferiblemente utilizando la plataforma de trabajo y con arnés de seguridad.

Muros hormigonados "in situ"

El movimiento de tierras necesario se realizará dejando siempre un talud estable y se dejará espacio suficiente para trabajar. No se sobrecargará la cabeza de la excavación con ningún tipo de acopios.

El ferrallado se realizará siempre desde andamios tubulares completos (con placas de apoyo o husillos de nivelación en la base, con todas las crucetas, con plataformas de trabajo de ancho mínimo 60 cm, etc...) y, para alturas superiores a 2,00 m., se colocarán barandillas completas.

Estos andamios tendrán la anchura estructural suficiente, de manera que cumplan que la relación entre su altura y el lado menor de la base sea menor que 5. En caso contrario será necesario suplementar su base con ayuda de tubo y grapa.

Los trabajadores que manejen los paneles de encofrado deberán utilizar botas de seguridad con puntera reforzada y no deberá permitírseles trepar por los encofrados, sino que utilizarán los medios auxiliares adecuados, como escaleras de mano.

El hormigonado de los muros se realizará desde plataformas de trabajo de 60 cm de ancho mínimo, protegidas por barandillas de al menos 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié. El acceso a dichas plataformas se realizará desde escaleras de mano o de tiros y mesetas en función de su altura. La instalación eléctrica necesaria para el vibrado del hormigón de los muros contará con puesta a tierra y protección diferencial.

3.2.3. Túneles

Como se detalla en el anejo de túneles, los métodos de excavación usados en el proyecto son: excavación con explosivos (en los túneles contruidos con el nuevo método austríaco) y excavación con tuneladora (para el túnel de Collserola) y los falso túneles.

Excavación con explosivos

Dada las altas resistencias que presentan los terrenos atravesados por los túneles, el único sistema adecuado sería la excavación con explosivos.

Para realizar una excavación con explosivos, primeramente hay que perforar en el frente de excavación la pega completa. Ésta está formada por una serie de perforaciones (barrenos) que posteriormente se rellenan con explosivos y detonadores.

La excavación de los barrenos puede hacerse manualmente o con maquinaria (Jumbo), conjunto de martillos perforadores montados sobre unos brazos, generalmente de accionamiento hidráulico, que pueden ocupar todas las posiciones necesarias para perforar la pega completa sin que la máquina tenga que cambiar la situación. El chasis del Jumbo puede ser automotor o remolcado. En principio se optará por el barrenado con jumbo, aunque la metodología a usar depende del criterio del contratista.

En el plan de Seguridad y salud laboral de la obra, a elaborar por el Contratista, se indicará la persona responsable de las operaciones previas a las voladuras y desarrollará el orden y método de realización de los trabajos. Asimismo indicará la maquinaria y el equipo a utilizar, aunque en el presente proyecto se ha propuesto el uso de jumbos, y establecerá las medidas oportunas para asegurar la implantación de las siguientes medidas preventivas:

1.- Para perforación con martillo manual:

- . Los barrenos tendrán la longitud adecuada. Si son excesivamente largos, el riesgo de rotura es grande.
- . Las mangueras de aire comprimido se protegerán del paso de vehículos.
- . Los empalmes se harán por medio de abrazaderas.
- . Siempre que se pueda, se perforará con inyección de agua.
- . Diariamente se inspeccionará el estado de mangueras y empalmes.
- . Antes de empezar la perforación, se inspeccionará cuidadosamente el frente para localizar posibles restos de barrenos.

. En caso de haber restos de barreno, se taponarán con una estaca de madera que sobresalga unos 30 cm y se marcará una circunferencia de 20 cm de diámetro alrededor. Está terminantemente prohibido barrenar dentro de este círculo.

. Está prohibido tratar de aprovechar fondos de barrenos para emboquillar los tiros siguientes.

. Está prohibido tratar de descargar restos de barrenos.

. Está prohibido simultanear la perforación con la carga de explosivo.

. El ayudante del barrenista se mantendrá por detrás del operador. ¡Nunca por delante de él!

. Antes de desarmar un martillo, se cerrará el paso del aire.

2.- Para perforación con Jumbo

. Las mangueras de alimentación se llevarán perfectamente alineadas, y si es posible, fijas a los hastiales. En caso de que sea inevitable el paso de vehículos por encima de ellas en algún punto, se protegerán adecuadamente.

. Los empalmes estarán siempre en perfectas condiciones.

. Se verificarán todas las fugas de aire y de aceite que puedan producirse por juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.

. Todas las herramientas deterioradas o gastadas, deberán ser pronta y cuidadosamente reparadas. Las reparaciones temporales e improvisadas deberán prohibirse.

. La instalación de agua tendrá las debidas condiciones para que no falte en ningún momento.

. Se revisará frecuentemente la instalación de aire, así como el estado de los martillos perforadores del Jumbo, para evitar accidentes que pudieran producirse por su mal estado.

. Se cuidará de que al jumbo y martillos se les hagan todas las revisiones necesarias.

. Antes de desarmar un martillo, se cerrará el paso del aire.

. El equipo protector necesario es el siguiente: casco, guantes, gafas, protector acústico.

. Puede ser conveniente el uso de mascarillas y de ropa de alta visibilidad.

Utilización de los explosivos:

Cuando en alguna zona de la excavación de galerías se prevea la utilización de explosivos, habrán de observarse las medidas preventivas previstas genéricamente para la excavación en túneles por

métodos convencionales, pero complementadas por el hecho indiscutible de que todos los productos explosivos son peligrosos, por lo que siempre deben ser manipulados cuidadosamente y bajo la supervisión del personal autorizado.

Se acordonará la zona de voladuras durante las fases de "carga y pega", impidiendo el paso a las personas ajenas a la misma, aunque pertenezcan a la plantilla de la empresa constructora o de la propiedad.

Se instalarán señales de "peligro voladuras", en todos los accesos a la zona a volar, delimitando el entorno de seguridad mediante carteles de "Prohibido el paso-VOLADURAS".

Se notificará a los posibles afectados de la voladura (vecindario, fincas colindantes, etc.) a través del Ayuntamiento correspondiente en caso de pueblos, asociaciones de vecinos, y personalmente, según los casos, de las horas e intensidad de las voladuras, con el fin de evitar daños a terceros.

Sólo estarán capacitados para el uso de explosivos aquellas personas que, especialmente designadas por la Dirección de obra, estén en posesión de un certificado de aptitud, expedido por autoridad competente, el cual les autorice para el tipo de trabajo y por el periodo de tiempo que en dicho certificado se especifique.

El periodo de validez del certificado de aptitud a que se ha hecho referencia en el párrafo anterior, en ningún caso será superior a cinco años y en él se hará constar de manera clara e inequívoca, la facultad o capacidades que confiere.

En la correspondiente "Cartilla de Artillero" se hará constar, por lo demás, si el titular es apto sólo para efectuar pegas con mecha o sólo para pegas eléctricas o para ambas tareas y para realizarlas en exterior o interior, especificando, en este último caso, si le faculta para efectuarlas en minas con atmósferas inflamables o pegas submarinas. La Dirección de obra comunicará anualmente a la autoridad minera correspondiente las altas y bajas en la relación nominal de este personal. Las restantes personas que manejen o manipulen explosivos, distintas de los artilleros anteriormente aludidos, deberán ser debidamente instruidos por la Dirección de obra, en los términos que establezca, al respecto, la disposición de seguridad interna de la empresa y que figure en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Debe cumplirse en todo momento la normativa vigente sobre almacenaje, transporte manejo y empleo de explosivos. Dicha normativa se recogerá específicamente en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, sin perjuicio de que se contemple en el presente Estudio.

No se almacenará material explosivo en el tajo, se solicitará el estrictamente necesario al polvorín de obra para cada pega, utilizándose inmediatamente.

En espera de carga, el explosivo se trasladará separado de los fulminantes y de los cordones detonadores o mechas; cada elemento en recipientes separados. De forma general, se adoptarán las medidas precisas para evitar que se almacenen o transporten conjuntamente productos incompatibles.

Además, se ha de mantener siempre alejado el producto explosivo de toda fuente de calor, llama o choque, y se ha de prohibir terminantemente que se fume mientras se manipula.

Se evitará todo tipo de impacto o fricción sobre el explosivo, así como su aplastamiento. Si se sospecha que el producto puede estar en mal estado, ha de impedirse su utilización, retirarlo y ponerlo en conocimiento del responsable del tajo o del jefe de obra.

En la manipulación de material explosivo, se formará adecuadamente al personal para que no corte nunca el cordón detonante con tijeras y para que emplee siempre una cuchilla o navaja bien afiladas, manipulando el cordón con cuidado par evitar cortarlo o dañarlo durante la carga y retacado de los barrenos o al hacer las conexiones.

El cordón detonante deberá siempre ser desenrollado haciendo girar el carrete cuidadosamente para que no se formen cocas ni dobleces en ángulo. La línea que se introduce en un barreno debe ser cortada y separada del carrete antes de comenzar a cargar el barreno con explosivo. Se podrán disminuir las molestias producidas por la onda aérea ocasionada por la detonación del cordón, tapando con detritus de la perforación los trozos del mismo que queden alaire.

Cuando la ignición del cordón se realice con detonador, se situará éste en el sentido en que se quiera transmitir la detonación. Se tendrá siempre en cuenta que la presencia de agua en contacto prolongado con el cordón puede causar problemas de iniciación o transmisión. La conexión de los detonadores a las líneas maestras de cordón detonante o descendentes del mismo en los barrenos no debe realizarse hasta el momento en que todo esté listo para efectuar el disparo.

En la carga de barrenos, antes de ser introducida la carga, el barreno se limpiará adecuadamente par evitar rozamientos, arranques de los cartuchos de explosivo, etc. Si en un barreno fuera detectada la presencia de agua se tomarán las medidas oportunas, utilizándose el explosivo adecuado. Si la temperatura en el interior de los barrenos excediese de 65º C no se cargarán sin tomar precauciones especiales, debidamente aprobadas por la autoridad minera.

La carga, cuando se trate de explosivos encartuchados, estará constituida por una fila de cartuchos en perfecto contacto. La diferencia entre el diámetro de los cartuchos y el del barreno debe ser la adecuada para evitar el acuñaamiento del explosivo.

En el caso de carga discontinua, con intervalos vacíos o inertes entre cartuchos, deberá asegurarse la detonación de los mismos mediante el empleo de cordón detonante o un sistema de iniciación adecuado. Caso de emplearse espaciadores, éstos serán de materia que, en ningún caso, propague la llama y sea antiestático.

Si en el transcurso de la perforación de un barreno se detectan cavidades, fisura o grietas, quedará terminantemente prohibida la carga a granel del mismo, salvo que se adopten las medidas necesarias que eviten la acumulación de explosivos fuera del barreno.

Durante la carga de los barrenos, principalmente si se trata de explosivos a granel, se tomarán por el personal autorizado las medidas necesarias para comprobar que la cantidad de explosivos introducidos es, como máximo, la teórica calculada para el barreno. En el momento en que se detecte la introducción de una cantidad superior de explosivo se procederá a interrumpir la operación de carga, considerándose tal barreno como fallido, salvo que haya garantía razonada de la no existencia de riesgo por las posibles proyecciones.

Las máquinas y elementos auxiliares empleados para la carga mecánica de barrenos deberán haber sido previamente autorizados y homologados por la autoridad minera, haciéndose constar expresamente en la homologación los explosivos que podrán ser cargados con las mismas.

No podrá realizarse simultáneamente, en un mismo frente o tajo, la perforación y la carga de los barrenos, salvo autorización de la autoridad minera, a propuesta razonada de la Dirección de Obra, en la que se detallarán las condiciones de la operación y las medidas de seguridad adoptadas, las cuales se incorporarán en su caso, a la disposición interna de seguridad y al Plan de Seguridad y Salud de la obra.

El cartucho-cebo debe ser preparado inmediatamente antes de la carga. El detonador debe ser lo suficientemente enérgico para asegurar la explosión del cartucho-cebo, aún al aire libre. El uso de más de un cartucho-cebo por barreno deberá contar con la autorización previa de la autoridad minera competente, que fijará las condiciones para tal uso. Cuando se utilice cordón detonante a lo largo del barreno, tanto en el caso de pega con mecha, como en el supuesto de pega eléctrica, el detonador se adosará al principio del cordón detonante, con el fondo del mismo dirigido en el

sentido de la detonación. Todo cartucho cebado que no se utilice debe ser privado de su detonador, realizando la operación la misma persona que preparó elcebo.

El retacado de los barrenos debe asegurar convenientemente el confinamiento del explosivo. En general, su longitud debe ser igual a la línea de menor resistencia del barreno y, en todo caso, nunca podrá ser inferior a 20 centímetros, excepto para el taqueo, en el que se podrá rebajar a la mitad. El retacado se efectuará siempre con materiales que sean suficientemente plásticos, que sean antiestáticos y que, en ningún caso, propaguen la llama. Para efectuar el retacado se utilizarán atacadores de madera u otros materiales adecuados que no sean capaces de producir, en contacto con las paredes del barreno, chispas o cargas eléctricas. Su diseño será tal que no presente ángulos o aristas vivos que puedan provocar la ruptura de la envoltura de los cartuchos, de los hilos de los detonadores, de los cordones o de las mechas utilizadas.

Salvo autorización en contra, se utilizará un solo cartucho-cebo, provisto de un solo detonador, que podrá colocarse (excepto en trabajos con gases o polvos inflamables) indistintamente en cualquiera de los extremos de la carga del barreno, pero siempre con el fondo del detonador dirigido hacia la carga.

La autoridad minera podrá limitar total o parcialmente, durante los disparos de barrenos, el número de personas presentes en la pega, cuando las circunstancias lo aconsejen.

Entre la carga de los barrenos y la pega transcurrirá el menor tiempo posible. En los trabajos subterráneos, las pegas se darán ordinariamente a horas preestablecidas, salvo autorización expresa de la autoridad minera. El horario de las pegas quedará recogido en la disposición interna de seguridad y en la actualización correspondiente del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Todo barreno cargado quedará bajo vigilancia cuando sea posible el acceso al mismo o no esté debidamente señalizado, de acuerdo con lo que dispongan las disposiciones internas y el Plan de Seguridad y Salud.

Ante el riesgo inminente de tormenta con aparato eléctrico, han de adoptarse las siguientes precauciones inmediatamente:

- . Abandonar la zona de voladura.
- . Cerrar el acceso.
- . Vigilar que nadie penetre en la zona.
- . Se suspenderá la carga y la pega.

En los trabajos de voladura, antes de conectar la línea de tiro al explosor, si se utiliza pega eléctrica, o de encender las mechas, si se utilizan éstas, el responsable de la misma comprobará que están bajo vigilancia todos los accesos al lugar en que se va a producir la explosión. Dicha vigilancia se ejercerá por operarios, preferentemente, o por medio de señales ópticas o acústicas, según se establezca en el Plan de Seguridad y Salud de la obra. Cuando se hayan colocado operarios o instalado barreras o señales, no serán retirados ni unos ni otras hasta que el responsable de la voladura autorice de nuevo el acceso a la labor.

En caso de aviso acústico, éste se realizará de la siguiente manera:

- . Se establece que un toque largo de sirena significa, "atención despejen la zona".
- . Dos toques cortos significan que "se va a producir la detonación".
- . Tres toques cortos de sirena significan que "ha concluido la voladura".

En todos los casos, antes de proceder a la pega, el responsable de la voladura deberá asegurarse de que todo el personal de la inmediaciones está convenientemente resguardado y será el último en abandonar la labor, situándose a continuación en refugio apropiado.

Cuando dos frentes converjan o avancen en direcciones opuestas y sea posible que, a consecuencia de los disparos en uno de ellos, se produzcan proyecciones o caídas de piedras en el otro, el vigilante debe suspender el trabajo en la labor amenazada o en todo el sector, con antelación suficiente, hasta dar cuenta a la Dirección de obra y recibir sus órdenes.

Cuando no sea posible la eliminación de las ondas de choque y sea necesaria la protección de bienes, se pueden adoptar entre otras, las siguientes soluciones:

- . Se cubrirán con paneles de madera, conglomerado o cartón perforado la total superficie del objeto a proteger (dos paneles en la cara que deba recibir la onda de choque instalados sin que coincidan los orificios).
- . Se cubrirán con paneles de poliestireno expandido perforado, el objeto a proteger (dos paneles en la cara que deba recibir la onda de choque instalados sin que coincidan los orificios). En el caso de pega eléctrica, antes de comenzar a cargar los barrenos, se tomarán las debidas precauciones para evitar la presencia de corrientes extrañas a la de encendido en el lugar de trabajo.

Cuando en la galería en que vaya a tenderse la línea de tiro exista otra línea de conducción de energía, la de tiro deberá colocarse sobre aisladores en el hastial opuesto o, sólo en casos excepcionales, podrá colocarse por debajo de la anterior y a más de 30 cm de distancia.

En la disposición interna de seguridad y/o en el Plan de Seguridad y Salud de la obra se regulará el uso, en su caso, de radiotransmisores portátiles en las proximidades de la voladura. En general, se pondrá especial cuidado en la influencia de cualquier agente capaz de producir efectos electromagnéticos sobre las cargas, concretamente los circuitos eléctricos que alimentan las numerosas instalaciones auxiliares del frente de destroza.

En la pega eléctrica, los conductores de la línea de tiro deben ser individuales y estar dotados de un aislamiento adecuado. No obstante, se permitirá el empleo de aquellos tipos bipolares que, por sus condiciones de aislamiento, hayan sido previamente autorizados por la autoridad minera, para la línea fija, que no deberá poder ser alcanzada por las proyecciones de las pegas.

Solamente se admitirán colectores desnudos en la unión de los terminales de la línea de tiro con los hilos de los detonadores y en la unión de éstos entre sí. Estos empalmes desnudos no deberán estar en contacto con el terreno ni con ningún otro material.

No se permitirán derivaciones de la línea de tiro y sus extremos se mantendrán en cortocircuito hasta que se conecte la línea de tiro al explosor. Se tomarán todas las precauciones precisas para evitar la proximidad de la línea de tiro con otras líneas de conducción de energía eléctrica, así como el contacto con carriles o tuberías o cualquier otro elemento metálico, en general.

Cuando exista riesgo de explosiones accidentales por causa de corrientes parásitas, fenómenos atmosféricos, cargas de electricidad estática, proximidad de líneas de alta tensión, energía procedente de aparatos de radiofrecuencia u otros semejantes, se utilizarán únicamente detonadores eléctricos de alta insensibilidad, aconsejándose también para estos supuestos otros sistemas de iniciación no eléctricos.

Los detonadores eléctricos se conectarán siempre en serie. Otros tipos de conexión tendrán que ser autorizados por la autoridad minera, previo proyecto y propuesta aprobada previamente por la Dirección Facultativa y actualización del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Esta autorización podrá concederse a obras concretas de modo permanente, cuando las características de los trabajos así lo exijan.

Se conectará únicamente el número de detonadores que pueda ser disparado con seguridad, en función de la resistencia de la línea de tiro y de las características del explosor.

Previamente al disparo y después de conectados los detonadores a la línea de tiro, se comprobará el circuito desde el refugio adoptado para el accionamiento del explosor, con las mismas

precauciones que las reglamentadas para dar la pega y utilizando un comprobador de tipo homologado por la Dirección General de Minas.

Si se observa alguna anomalía, antes de proceder a corregirla, se conectarán en cortocircuito los extremos de la línea de tiro y, una vez corregida, se procederá, de acuerdo con lo dispuesto en el párrafo anterior.

Cuando se trate de pega eléctrica, deberá hacerse uso de explosores con capacidad suficiente y tipo homologado. En casos muy especiales, con autorización expresa, podrán utilizarse para la pega eléctrica otras fuentes de energía. Los explosores eléctricos y los comprobadores de circuito deben ser revisados, limpiados y comprobados con la frecuencia que se prescriba en las disposiciones internas de seguridad y/o en el Plan de Seguridad y Salud de la obra. Los explosores eléctricos y los comprobadores de circuito sólo podrán ser revisados y reparados por el fabricante, el distribuidor o en talleres autorizados. Todo explosor eléctrico o comprobador de circuito defectuoso debe ser inmediatamente retirado del servicio. Hasta el momento del disparo, la línea estará desconectada del explosor y en cortocircuito, conservándose siempre en poder del artillero o del responsable de la voladura las manecillas de dicho explosor.

En caso de fallo en la pega eléctrica, se comprobará el circuito antes de realizar un nuevo disparo. Si el fallo es persistente, se dejará transcurrir un mínimo de 15 minutos antes de recorrer la zona.

Siempre se guardará la llave de explosionar en el bolsillo del encargado de la pega.

En la pega con mecha, quedará terminantemente prohibido el uso de mecha ordinaria para disparar más de seis barrenos en cada pega. En casos especiales, que precisarán la autorización previa de la autoridad minera, podrá darse fuego a más de seis barrenos utilizando mecha rápida de encendido unida a la mecha de cada barreno por medio de conectadores o artificios análogos.

En cada barreno deberá colocarse un único cartucho-cebo, provisto de un solo detonador; el cartucho-cebo debe colocarse siempre en el extremo más extremo de la carga del barreno. El detonador se introducirá en toda su longitud en el cartucho-cebo, al que se unirán en la forma que prescriban las disposiciones internas de seguridad, que recogerá la normativa de unión del detonador a la mecha. El fondo de la cápsula del detonador deberá quedar dirigido hacia la carga del barreno. La longitud mínima de cada mecha, contada desde la boca del barreno, será de metro y medio. En el caso de que se emplee mecha testigo, su longitud será la mitad de la mínima antes señalada y será la primera que se encienda, debiéndose suspender la operación de dar fuego y abandonar rápidamente el lugar de trabajo cuando se haya consumido totalmente. La persona

autorizada contará el número de barrenos explosionados. En el supuesto de que no haya contado con seguridad o haya contado menos detonaciones que barrenos, no podrá volver al lugar de trabajo o a sus proximidades hasta que haya transcurrido por lo menos media hora.

Una vez efectuada la pega, sea ésta eléctrica o con mecha, se fijará un tiempo de ventilación de gases, concluido el cual, el Encargado junto con el Artillero iniciarán la revisión de la voladura para autorizar el acceso a los tajos.

A efectos de eliminar el polvo tras la pega, habrá instalados extractores suficientes en el frente, pudiéndose complementar con riegos sobre los escombros. Para disminuir la producción de polvo, son eficaces medidas de retacado con cartuchos de agua.

Para ello, recorrerán la zona volada para detectar posiciones inestables del terreno, barrenos fallidos y el camino adecuado para acceder a efectuar el saneo de frentes.

El saneo de viseras, rocas inestables, etc., se efectuará desde la parte superior mediante las pértigas, (palancas, etc.), con el arnés de seguridad anclado a un punto firme y seguro del medio natural, (o construido expresamente). No se permitirá la entrada para reanudar los trabajos hasta haber concluido el saneo del terreno.

Como ya se ha dicho, cualquiera que sea el tipo de pega utilizado, el frente se reconocerá por el responsable de la labor, con anterioridad a la reanudación de los trabajos, prestando especial atención a la posible existencia de barrenos fallidos.

Se denominan barrenos fallidos los que no hayan detonado, lo hayan hecho parcialmente, hayan deflagrado o hayan sido descabezados y, en general, todo barreno que conserve en su interior, después de la voladura restos de explosivo.

Los barrenos fallidos serán debidamente señalizados de forma adecuada y bien visible, a poder ser con varillas de madera introducidas en el taladro, con objeto de señalar su dirección, siendo obligatorio para el responsable de la labor el ponerlo en conocimiento de su jefe de obra, para que éste tome medidas oportunas, con el fin de hacerlos inofensivos, lo que se procurará realizar a la mayor brevedad posible. Mientras tanto, el tajo afectado quedará debidamente señalado, con prohibición de acceso al mismo, y no se podrán realizar trabajos en el hasta que no se resuelva el problema. En el caso de no resolverse durante el relevo, se dejará constancia escrita de esta situación.

Para eliminar el riesgo que suponen los barrenos fallidos se podrá proceder empleando alguno de los métodos que a continuación se indican y que será fijado en el Plan de Seguridad y Salud de la obra:

- . En el caso de pega eléctrica, disparando el barreno después de comprobar, con las precauciones establecidas, que el mismo estará en condiciones para ello y que no existe riesgo de proyecciones peligrosa.

- . Si el taco ha desaparecido y queda el explosivo descubierto, con caña libre suficiente para introducir uno o varios cartuchos, se procederá a introducir cuidadosamente un nuevo cebo, acompañado o no de otros cartuchos de explosivo, se retacará y se dará fuego.

- . Perforando y cargando un nuevo barreno de eliminación, paralelo al fallido y a una distancia no inferior a diez veces el diámetro de perforación, excepto en los casos en que se haya utilizado explosivo a granel o encartuchado introducido con máquinas, en cuyo caso esta práctica estará prohibida.

- . Si el barreno fallido está en bloque desprendido, se utilizará un parche adosado al bloque, con carga suficiente para garantizar su troceo.

- . En casos especiales, las autoridades mineras podrán autorizar otros métodos de eliminación de barrenos fallidos, dictando las oportunas prescripciones, que serán recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

- . Cuando, en casos excepcionales, se precise la descarga, desactivación o desatascos de un barreno, tales operaciones sólo podrán llevarse a cabo por personal especialmente adiestrado, y bajo la vigilancia de la persona designada por la Dirección de obra.

- . La extracción de los cartuchos de explosivos estará debidamente recogida en las disposiciones internas de seguridad y prevista en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, en que se detallarán minuciosamente las operaciones de eliminación de los barrenos fallidos y quienes serán los encargados de ordenar y supervisar los trabajos de eliminación.

- . En ningún caso se podrán dejar sin neutralizar los barrenos fallidos o los cargados y no disparados, debiendo siempre procederse a su eliminación, salvo que se cuente con la aprobación expresa de la autoridad minera.

. Cuando se sospeche que entre los escombros puede haber explosivos sin detonar, el desescombrado se realizará con todo género de precauciones, según se establezca en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

. En cualquier caso, se prohibirá terminantemente recargar fondos de barreno, reprofundizar los barrenos fallidos y utilizar fondos de barrenos para continuar la perforación.

. Quedará prohibido, igualmente cortar cartuchos, salvo autorización expresa, así como introducir los cartuchos con violencia o aplastarlos fuertemente con el atacador o deshacer los cartuchos o quitarles su envoltura, excepto cuando esto sea preciso para la colocación del detonador o se utilicen máquinas previamente autorizadas que destruyan dicha envoltura.

Instalaciones eléctricas del túnel:

Las operaciones de montaje de una instalación eléctrica nueva no implican, obviamente, ningún riesgo de carácter eléctrico, salvo en la fase final de pruebas y puesta en marcha de la misma, operaciones en tal caso, claramente afectadas por los riesgos inherentes a la corriente eléctrica. En este sentido, será de aplicación específica el R.D. 614/2001 sobre "Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico".

Trabajos "sin tensión":

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, deberán ser realizadas por trabajadores "cualificados".

Supresión de la tensión:

Una vez identificados la zona de trabajo y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso siguiente, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas, las cuales son también conocidas como "Las cinco reglas de oro":

- 1.- Desconectar la parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo.
- 2.- Prevenir cualquier posible realimentación. Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra.

3.- Verificar la ausencia de tensión. La ausencia de tensión deberá verificarse, con dispositivos adecuados, en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

4.- Poner a tierra y en cortocircuito las partes de la instalación donde se va a trabajar. Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo, y si no fuera posible se deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se puede. Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación donde se colocan.

5.- Protegerse frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables, y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión se hará como sigue:

1.- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

2.- La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito. Esta operación se hará desconectando primero del elemento donde estaba puesta y a continuación de la puesta a tierra.

3.- El desbloqueo y/o retirada de la señalización de los dispositivos de

corte. 4.- El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Trabajos en tensión Baja o Alta:

Condiciones generales:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por "trabajadores cualificados", siguiendo un procedimiento previamente estudiado, y cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayando sin tensión. Además, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- . Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.).
- . Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de pruebas, etc.).
- . Las pértigas aislantes.
- . Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- . Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Tales equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

A efectos preventivos, para realizar este tipo de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones climatológicas desfavorables, de tal forma que se prohibirán o suspenderán los trabajos en caso de tormenta, lluvia o fuertes vientos, nevadas o nieblas que dificulten la visibilidad. En caso de tormenta, también se suspenderán los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas.

Condiciones adicionales para trabajos en alta tensión:

El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

El jefe de trabajo es el único que se comunicará con el responsable de la instalación donde se realiza el trabajo, a fin de adecuar las condiciones de la instalación a las exigencias del trabajo, siendo básica y obligatoria, entre otras, "eliminar los reenganches automáticos".

Los trabajadores cualificados deberán ser autorizados por escrito por el empresario para realizar este tipo de trabajos, tras haber comprobado su capacidad para hacerlo correctamente, de acuerdo al procedimiento establecido, el cual deberá definirse por escrito e incluir la secuencia de las operaciones a realizar, indicándose en cada caso:

- . Las medidas de seguridad que deben adoptarse.
- . El material y medios de protección a utilizar y, si es preciso, las instrucciones para su uso y para verificar su buen estado.
- . Las características que pudieran exigir la interrupción del trabajo.

La autorización tendrá que renovarse, tras una nueva comprobación de la capacidad del trabajador para seguir correctamente el procedimiento de trabajo establecido, cuando éste cambie significativamente, o cuando el trabajador haya dejado de realizar el tipo de trabajo en cuestión durante el período de tiempo superior a un año.

La autorización deberá retirarse cuando se observe que el trabajador incumple las normas de seguridad, o cuando la vigilancia de la salud ponga de manifiesto que el estado o la situación transitoria del trabajador no se adecua a las exigencias psicofísicas requeridas por el tipo de trabajo a desarrollar.

Trabajos en "proximidad" de tensión:

Son los trabajos durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.

Se define como "zona de proximidad", el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla adjunta.

U_n	D_{PEL-1}	D_{PEL-2}	D_{PROX-1}	D_{PROX-2}
≤ 1	0,50	0,50	0,70	3,00
3	0,62	0,52	1,12	3,00
6	0,62	0,53	1,12	3,00
10	0,65	0,55	1,15	3,00
15	0,66	0,57	1,16	3,00
20	0,72	0,60	1,22	3,00
30	0,82	0,66	1,32	3,00
45	0,98	0,73	1,48	3,00
66	1,20	0,85	1,70	3,00
110	1,60	1,00	2,10	5,00
132	1,80	1,10	3,30	5,00
220	2,60	1,60	4,10	5,00
380	3,90	2,50	5,40	7,00

Donde:

- **U_n** = Tensión nominal de la instalación (kv).
- **D_{PEL-1}** = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (m).
- **D_{PEL-2}** = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (m).
- **D_{PROX-1}** = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que está no se sobrepasa durante la realización del mismo (m).
- **D_{PROX-2}** = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (m).

Obviamente, debe entenderse que las distancias reflejadas en dicha tabla, tanto para la zona de peligro como de proximidad, son valores mínimos que, en la mayoría de los casos, son superados por los establecidos en los distintos documentos, normas y procedimientos de trabajo, elaborados al respecto por organizaciones privadas para la ejecución de este tipo de trabajos.

Condiciones generales:

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo le permita.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de baja tensión, o cualificado en trabajador en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, es decir si se puede o no hacer sin invadir la zona de peligro.

En el caso de decidir la ejecución del trabajo, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- . El número de elementos en tensión.
- . Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- . Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro, de forma eficaz y con material adecuado.
- . Informar a los trabajadores implicados de forma directa o indirecta, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo, precauciones y medidas de seguridad adoptadas para no invadir la zona de peligro.

Cuando las medidas de seguridad adoptadas, en aplicación del punto anterior, no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información antes citadas, por trabajadores autorizados o bajo la vigilancia de uno de éstos.

Condiciones especiales:

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo vigilancia

continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y la precauciones a tomar.

Para prevenir el riesgo eléctrico en actividades donde se producen movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas, se actuará de la forma siguiente:

- Antes de empezar la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo o en sus cercanías.
- A los efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, se tendrá en cuenta, primero, los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia y, segundo, los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

El Plan de Seguridad y Salud de la obra fijará las dotaciones y obligaciones de empleo de las siguientes protecciones personales y colectivas en todos los trabajos relativos a las instalaciones eléctricas en el interior del túnel. Serán, como mínimo, las siguientes:

- Protecciones Individuales (Con su correspondiente marcado CE):

- . Casco de seguridad
- . Botas de seguridad.
- . Botas impermeables
- . Guantes de cuero, lona, PVC o especiales
- . Guantes impermeables
- . Chaleco reflectante
- . Gafas de seguridad
- . Arnés de seguridad con arnés
- . Guantes dieléctricos
- . Mascarilla antipolvo, filtros
- . Protectores auditivos
- . Guantes de soldador

- . Mandil de soldador
- . Polainas de soldador
- . Manguitos de soldador
- . Pantalla de soldador

- Protecciones Colectivas:
 - . Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
 - . Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 30 mA para fuerza.
- Medidas complementarias
 - . Uso obligatorio de Señalización adecuada.
 - . Señal de Obligatoriedad uso de casco, arnés de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
 - . Señal de Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
 - . Señal de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
 - . Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.

Excavación con tuneladora

A los riegos, normas y medidas preventivas explicadas en el apartado anterior, en caso de excavación con tuneladora se deberán también tomar en cuentas las siguientes indicaciones.

Riesgos

- Derrumbamientos (bloques de piedra, alud de tierras).
- Vuelco de maquinaria.
- Atropello o golpes a personas por máquinas en movimiento.
- Rotura de punzones.
- Ruido.
- Polvo ambiental.

- Atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes con objetos.
- Fallecimiento.
- Interferencia con maquinaria o trabajos.
- Otros.

Montaje y desmontaje de la tuneladora

Los riegos asociados a este tipo de equipos comienzan con su propio montaje de obra. Las tuneladoras son máquinas de extrema complejidad y que las operaciones necesarias para su montaje conllevan riesgos relevantes. Los principales riesgos que aparecen en esta fase son los derivados de trabajos en altura y de la manipulación por medios mecánicos (grúas de gran tonelaje) de piezas muy pesadas. Es pues fundamental establecer plataformas provisionales correctamente protegidas y de los debidos accesos a los puestos de trabajo.

Normas o medidas preventivas

- El operario siempre será especialista en el uso de la tuneladora.
- Se controlarán las características del terreno antes del comienzo de las tareas, con el objeto de evitar riesgos en el entorno.
- Las tuneladora tendrá una barra lateral para separar unos 15 centímetros el tren de rodadura, con el objeto de evitar el riesgo de atropellamiento.
- Antes de poner en funcionamiento el carro se revisará el entorno y se detectará si existen materiales precarios.
- Comprobar el estado de los punzones con el objeto de evitar su rotura, que puede provocar accidentes graves.
- Se controlará la posición de los pies en las maniobras de desplazamiento del carro.
- Se utilizarán protectores auditivos.
- Se utilizarán mascarillas faciales con filtro anitpolvo.
- Se utilizarán gafas de seguridad con el objeto de evitar la proyección de partículas.
- No se utilizará la maquinaria en situación de avería. Se reparará antes de realizar cualquier tarea.
- Después de cada parada se revisará el estado de los cables de gases y de los emboquilles.
- Se establecerá un código de señales de emergencia entre el equipo de la tuneladora y el equipo exterior:

- Luz intermitente: Se ha producido un accidente.
- Luz fija: Se necesita ayuda urgente.
- Los puntos de perforación estarán en comunicación constante con la oficina técnica por teléfono.
- No se permitirá el acceso a los mandos por parte de personal no autorizado.
- En los desplazamientos de la TB; se controlarán las interferencias con el personal que esté en los alrededores.

Excavación y colocación de dovelas

Las medidas preventivas relativas a la excavación proponen la definición en fase de proyecto del sostenimiento que incluya, además, medidas para evitar pequeños desprendimientos o fallos del terreno que aunque no comprometan la estabilidad del túnel puedan afectar a los equipos de trabajo y trabajadores.

Es necesario realizar operaciones de mantenimiento de la tuneladora y cambio de útiles de corte antes de entrar en zonas con incertidumbres geotécnicas para ejecutar estas operaciones en zonas de frente estable.

Además, se debe establecer perímetros de protección apantallados para evitar los riesgos de proyección de fragmentos de roca u otros materiales y radiaciones en operaciones de soldadura.

De cara al revestimiento del Túnel de Collserola con dovelas, durante las operaciones de montaje de anillos del revestimiento se deberá garantizar las siguientes condiciones:

- En las zonas de descarga de dovelas sólo podrán estar los operarios autorizados
- Se dispondrán sistemas que garanticen una buena sujeción cuando se descargan o transportan las dovelas
- Se prohibirá e imposibilitará tanto la permanencia en la zona de trabajo del erector como que el personal que fija las dovelas circule sobre las mismas
- Durante la colocación de un anillo, los trabajadores se situarán en zonas protegidas manteniendo contacto visual con el operador del erector

Protecciones individuales

- Casco.
- Protectores acústicos.
- Tapones para los oídos.

- Gafas de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Manguitos.

Método “cut and cover” - falso túnel

Uno de los aspectos de seguridad importantes que se deben considerar en las excavaciones bajo losas (bajo las bóvedas triarticuladas en el caso del presente proyecto) es la correcta ejecución y limpieza del frente de excavación.

Durante la excavación, y a fin de evitar posibles desprendimientos de material, se deberá ir realizando una correcta limpieza del material adherido a los muros.

En las zonas de ataque de las excavaciones de túneles bajo losa se deberá mantener en buenas condiciones las rampas de acceso. La pendiente de las mismas se adecuará a las capacidades de las máquinas o vehículos más restrictivos que vayan a circular por las mismas. Dependiendo de la pendiente, pueden ser recomendable el hormigonado de estas rampas.

Dado que la excavación y movimiento de tierras se realiza con maquinaria y vehículos pesados en una zona de reducidas dimensiones, es fundamental tener en cuenta condiciones de la organización de los trabajos.

- Organización del trabajo para evitar interferencias entre las máquinas
- Planificar y controlar el número de equipos y accesos a la excavación.
-

3.2.4. Firmes y pavimentos

La prevención de accidentes en los trabajos de afirmado y pavimentación se concreta, mayoritariamente, en la adopción y vigilancia de requisitos y medidas preventivas relativas a la maquinaria de extendido y compactación, tanto intrínsecos a los diversos elementos de las máquinas como a la circulación de éstas a lo largo del tajo. Junto a ellos, los riesgos de exposición a ambientes pulvígenos y a humos y vapores de los productos bituminosos, así como las altas temperaturas del aglomerado en caliente, definen la necesidad de empleo de equipos de protección individual así como de organización y señalización adecuadas de los trabajos.

Puesta en obra de capa de firme bituminoso nuevo:

Dicha actividad tendrá lugar básicamente en la reposición de las servidumbres afectadas, especialmente en la reposición del firme de las calles donde se construyan falsos túneles. Esta puesta en obra incluye el extendido y compactación de la mezcla en caliente. Así, deben observarse las siguientes normas mínimas, sin perjuicio de la obligación de que deban ser desarrolladas y concretadas en el preceptivo Plan de Seguridad y Salud:

Los vehículos y maquinaria utilizados serán revisados antes del comienzo de la obra y durante el desarrollo de la misma se llevarán a cabo revisiones periódicas, a fin de garantizar su buen estado de funcionamiento y seguridad.

No se sobrepasará la carga especificada para cada vehículo. Se regarán los tajos convenientemente y con la frecuencia necesaria para evitar la formación de ambiente pulvígeno.

En cuanto a los riesgos derivados de la utilización de maquinaria, serán de aplicación las directrices establecidas en los apartados correspondientes a movimiento de tierras y excavaciones, pues los riesgos derivados de la circulación de maquinaria pesada son idénticos en ambos casos.

Si en esta fase de obra aún hubiera interferencias con líneas eléctricas aéreas, se tomarán las precauciones necesarias, cumpliendo al respecto la normativa especificada para este tipo de servicios afectados en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Se mantendrá en todo momento la señalización viaria establecida para el desvío de caminos y carreteras. Durante la ejecución de esta fase de obra será obligatorio el mantenimiento de las protecciones precisas en cuantos desniveles o zonas de riesgo existan.

No se permitirá la presencia sobre la extendedora en marcha de ninguna otra persona que no sea el conductor, para evitar accidentes por caída.

Las maniobras de aproximación y vertido de producto desde el camión estarán dirigida por un especialista, en previsión de riesgos por impericia, como atropellos, choques y aplastamientos contra la extendedora.

Para el extendido de aglomerado con extendedora, el personal auxiliar de estas maniobras utilizará única y exclusivamente las plataformas de las que dicha máquina dispone y se mantendrán en perfecto estado las barandillas y protecciones que impiden el contacto con el tornillo sin fin de reparto de aglomerado.

Durante las operaciones de llenado de la tolva, en prevención de riesgos de aprisionamiento y atropello, el resto de personal quedará situado en la cuneta o en zona de la calzada que no sea pavimentada en ese momento, por delante de la máquina.

Los bordes laterales de la extendedora, en prevención de aprisionamientos, estarán señalizados con bandas pintadas en colores negro y amarillo alternativamente.

Se prohibirá expresamente el acceso de personal a la regla vibrante durante las operaciones de extendido de aglomerado.

Sobre la máquina, junto a los lugares de paso y en aquéllos con riesgo específico se adherirán las siguientes señales:

. "Peligro, sustancias calientes"

. "No tocar, alta temperatura"

Se vigilará sistemáticamente la existencia de extintores de incendios adecuados a bordo de la máquina, así como el estado de éstos, de forma que su funcionamiento quede garantizado.

Durante la ejecución y enlosado de aceras se mantendrán las zonas de trabajo en perfecto estado de limpieza.

El personal de extendido y los operadores de la extendedora y de las máquinas de compactación irán provistos de mono de trabajo, guantes, botas de seguridad y faja antivibratoria, así como polainas y peto cuando puedan recibir proyecciones o vertidos de aglomerado en caliente, con independencia de los equipos de protección individual de uso general en la obra.

A efectos de evitar deshidrataciones, dado que estas actividades suelen desarrollarse en tiempo caluroso y son necesarias las prendas de protección adecuadas a las temperaturas de puesta en obra (superiores a los 100 °C), habrá que disponer en el tajo de medios para suministrar bebidas frescas no alcohólicas. Del mismo modo, será obligatorio el uso de gorras u otras prendas similares para paliar las sobreexposiciones solares.

En los trabajos de extensión de aglomerado en locales cerrados o en condiciones de escasa ventilación natural, como los túneles, será obligatoria la utilización de filtros protectores de las vías respiratorias por parte de todo el personal ocupado en el extendido y en la compactación de las mezclas en caliente.

Fresado de pavimentos:

Los trabajos de fresado suelen anteceder a los trabajos de reposición de pavimento, en cuya fase posterior será preciso observar las medidas preventivas correspondientes a estos últimos trabajos, ya analizados.

La prevención de accidentes en los trabajos de fresado se concreta, mayoritariamente, en la adopción y vigilancia de requisitos y medidas preventivas relativas a la maquinaria utilizada, tanto intrínsecos de los diversos elementos de las máquinas como a la circulación de éstas a lo largo del tajo. Sin embargo, el fresado de pavimentos es una labor de rehabilitación de firmes, por lo que se realiza en la mayoría de los casos con tráfico abierto en las inmediaciones, por lo que, a las medidas preventivas aquí enumeradas, habrá que añadir las correspondientes a la señalización de obras móviles, de acuerdo con las Recomendaciones del mismo nombre que edita el Ministerio de Fomento.

Se señalizará suficientemente la presencia de todo el personal que esté operando a lo largo del ferrocarril.

Todas las máquinas serán manejadas por personal especializado, evitándose la presencia en su área de influencia de personas ajenas a esta operación.

No se permite la permanencia sobre la fresadora en marcha a otra persona que no sea el conductor.

Las maniobras de la máquina estarán dirigidas por personas distintas al conductor.

Junto a ellos, los riesgos de exposición a ambientes pulvígenos y a humos definen la necesidad de empleo de equipos de protección individual y de organización y señalización de los trabajos.

El personal de fresado irá provisto de mono de trabajo dotado de elementos reflectantes, guantes y botas de seguridad, así como polainas y peto cuando puedan recibir proyecciones del material fresado.

Se conservará la maquinaria en un estado correcto de mantenimiento.

3.2.5. Servicios afectados

La obra interfiere con múltiples servicios conocidos a priori, líneas eléctricas, líneas telefónicas y conducciones subterráneas, aunque no puede descartarse la existencia de algún otro oculto y del cual no se dispone noticia alguna.

Las actividades que pueden interferir con los citados servicios pueden ser todas las desarrolladas en la obra, pero presentan especial peligrosidad las de excavación, tanto de desmontes, en general,

como las zanjas, pozos, galerías o túneles, a causa del frecuente desconocimiento exacto de la ubicación e incluso existencia de los servicios. Aún siendo elementos perfectamente conocidos, las líneas aéreas de energía eléctrica provocan innumerables accidentes laborales en las obras y siempre con terribles consecuencias. Por esto, no es posible reducir el presente estudio a los servicios afectados únicamente a las excavaciones.

Antes de empezar a excavar, se deberán conocer los servicios públicos subterráneos que puedan atravesar la traza para contactar con las empresas de servicios u organismo correspondiente y proceder en consecuencia.

Los servicios afectados de cuya existencia se tenga noticias habrán de ser correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán las siguientes medidas preventivas, entre otras que puedan ser dispuestas en el Plan de Seguridad y Salud y aceptadas por el coordinador y por el Director de la Obra.

Líneas aéreas de transporte de energía eléctrica:

Las normas que a continuación se contemplan son válidas para todos los trabajos ejecutados por medio de maquinaria de elevación y máquinas de obra en la proximidad de conductores desnudos bajo tensión. De una forma especial deben observarse durante la puesta en obra de:

- . Grúas de torre giratoria estacionaria o móviles sobre raíles.
- . Grúas Derricks.
- . Grúas móviles.
- . Plataformas de trabajo y de elevación móviles.
- . Máquinas para explanación, tales como palas mecánicas, cargadoras, dúmperes, camiones, etc.
- . Martinetes de pilotes.
- . Aparatos de perforación.
- . Cintas transportadoras móviles.
- . Parques y colocación en obra de ferralla.

Los riesgos de las líneas eléctricas aéreas son diferentes según estas líneas atraviesen la zona de la obra o estén más o menos próximas a la misma. En el primer caso, no debe comenzarse a trabajar hasta que la compañía de eléctrica haya modificado dicha línea de energía, al objeto de que se cumplan las distancias mínimas de seguridad que se fijan a continuación, de acuerdo con

lo fijado en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico y según el contenido de la Norma Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo en esta materia.

Las distancias límite de las zonas de trabajo a adoptar serán las reflejadas en la siguiente tabla (las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal):

Tensión (kV)	1	3	6	10	15	20	30	45	66	110	132	220	380
DPEL-1 (cm)	50	62	62	65	66	72	82	98	120	160	180	260	390
DPEL-2 (cm)	50	52	53	55	57	60	66	73	85	100	110	160	250
DPROX-1 (cm)	70	112	12	115	116	122	132	148	170	210	330	410	540
DPROX-2 (cm)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	500	500	500	700

Donde:

- DPEL-1 Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo.
- DPEL-2 Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo.
- DPROX-1 Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo.
- DPROX-2 Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

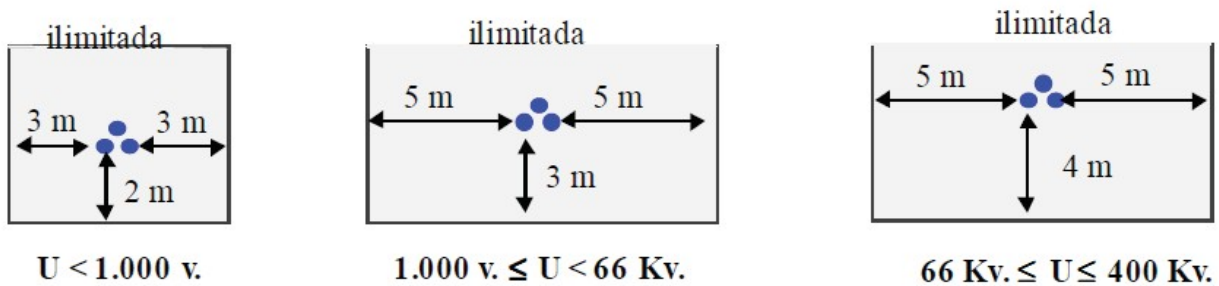
Ante el riesgo de contacto directo entre el trabajador y los útiles, herramientas, materiales de construcción y máquinas con los elementos conductores habitualmente en tensión, las medidas de seguridad que deben adoptarse son las siguientes:

. En el caso de las líneas de baja tensión, se podrán utilizar recubrimientos aislantes de protección. Estos recubrimientos estarán constituidos por fundas especiales de caucho o

materiales plásticos y serán utilizados contra contactos eléctricos involuntarios, no pudiéndose instalar cuando la línea esté en tensión.

. Se solicitará siempre a la compañía eléctrica, por escrito, que proceda al descargo de la línea o, en caso necesario, a su elevación. En caso de que no se pueda realizar lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero o de la máquina considerando siempre la situación más desfavorable, teniendo en cuenta, entre otras cosas, el alargamiento de los cables por incremento de temperatura.

Por su parte, la Norma NTP-72 del I.N.S.H.T. establece tres niveles de tensión para la fijación de la zona de prohibición de la línea (ZL):



En cualquier caso, la distancia de seguridad mínima es función de la tensión de la línea y del alejamiento de los soportes de ésta. Cuando aumenta la temperatura, los conductores se alargan y, por este hecho, disminuye la distancia con respecto al suelo, que puede reducirse en varios metros en caso de fuerte aumento de la temperatura.

El cálculo de la proximidad máxima del elemento de altura a la línea, en función del trabajo a realizar y tipo de actuación, se realizará en cada uno de los siguientes supuestos:

- . Proximidad remota (R), cuando el elemento de altura y la carga transportada están lejos de la línea, no pudiéndose producir una invasión de la zona de prohibición durante el trabajo, pero pudiendo ello ocurrir en condiciones de desplazamiento de la máquina sobre el terreno, ya que no existen obstáculos físicos que limiten su movimiento.
- . Proximidad inmediata (I), siempre que el elemento o la carga transportada hayan de invadir la zona de prohibición de la línea.
- . Proximidad media (M), cuando la invasión de la zona de prohibición no es precisa por el tipo de trabajo a realizar, pero sí probable, a causa de maniobras esperables de la máquina o del equipo.

La Norma del Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo permite la fijación de la duración de los trabajos a realizar, según uno de los siguientes tipos:

a - Trabajo ocasional (O), operación aislada o pequeño conjunto de operaciones aisladas y realizadas en un emplazamiento determinado y con supervisión permanente por parte del responsable del trabajo, tales como las siguientes:

- . Colocación de una sola viga con grúa automotora.
- . Carga de un camión con máquina con brazo hidráulico articulado.
- . Descarga de un volquete de árido o piedra.
- . Pequeñas reparaciones de edificios mediante andamios móviles.

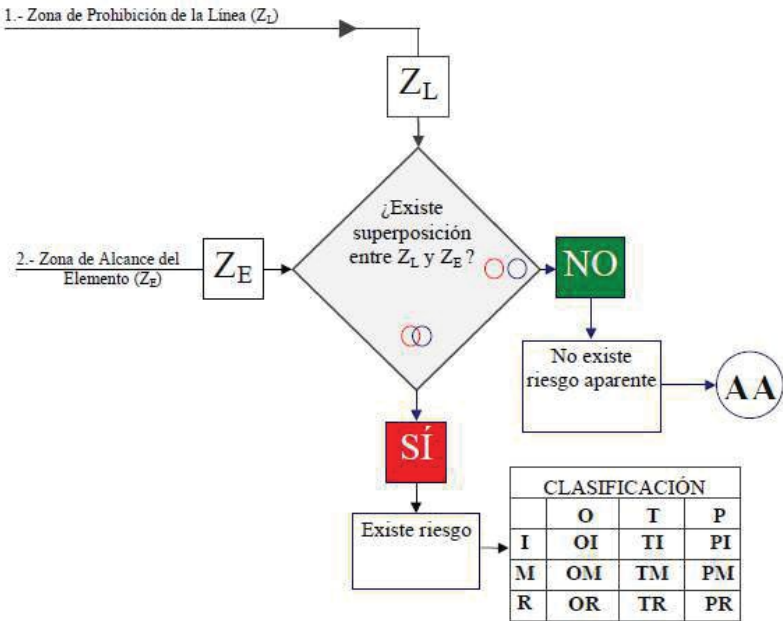
b - Trabajo temporal (T) o conjunto de operaciones realizadas en un emplazamiento determinado durante un tiempo limitado, pero largo, como:

- . Movimientos de tierra con pala cargadora y camión volquete.
- . Obra de construcción con grúa torre instalada.
- . Apertura de zanjas mediante retroexcavadora.
- . Montaje de báculos de alumbrado con pluma motorizada.

c - Trabajo permanente (P) o conjunto de operaciones que se realizan durante un periodo de tiempo largo e indefinido, como son los siguientes ejemplos:

- . Almacenamientos de material cerca de líneas electrificadas.
- . Demoliciones.

Tras el proceso de definición de los trabajos, y en función de la zona de protección de la línea y de los tipos de máquinas y equipos que habrán de utilizarse en la obra, con sus respectivas zonas de alcance, el Plan de Seguridad y Salud determinará la clase de riesgo existente y definirá las medidas preventivas a disponer en la obra. De acuerdo con la NTP-72, el proceso de selección de la medida preventiva adecuada exige la previa determinación de la clase de trabajo con riesgo existente en cada supuesto, mediante el siguiente esquema:



Una vez obtenida la clasificación del trabajo en relación con el riesgo existente en el mismo, se entra en el cuadro de selección de medidas preventivas, que se reproduce a continuación:

Clasificación de los trabajos con riesgo	AA	OI			OM			OR			TI			TM			TR			PI			PM			PR		
		Opciones																										
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Descargo de la línea		✱									✱																	
Traslado de la línea			✱									✱		✱			✱			✱				✱			✱	
Aislar conductores de línea				✱									✱		✱			✱										
Dispositivos de seguridad					✱											✱											✱	
Resguardos entorno a línea						✱										✱			✱									✱
Obstáculos en área de							✱									✱			✱									✱

Las numeraciones de señalización y balizamiento corresponden, respectivamente, a la zona de prohibición de la línea, a la zona de seguridad del elemento y a los resguardos, obstáculos y líneas aisladas, en este último caso, siempre como medida complementaria.

ANEJO 13: Estudio de seguridad y salud

Una vez seleccionada la medida preventiva, el Plan de Seguridad y Salud acometerá su descripción técnica precisa para su implementación en obra.

En el tipo de trabajos que contempla el proyecto, corresponden a la compañía propietaria de la línea eléctrica las realizaciones de las medidas preventivas consistentes en el descargo de la línea (dejarla fuera de servicio con todos sus conductores puestos a tierra) y en la retirada de la línea o su conversión en subterránea.

Las restantes medidas preventivas, susceptibles de seleccionar en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, se tratan a continuación.

Clasificación de los trabajos con riesgo	AA	OI			OM			OR			TI			TM			TR			PI			PM			PR		
		Opciones																										
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
trabajo																												
Hacer estudio específico				✱	✱	✱	✱	✱	✱			✱			✱	✱		✱	✱							✱	✱	
Requerir a propiedad línea		✱	✱	✱		✱					✱	✱	✱	✱	✱	✱	✱	✱	✱			✱			✱		✱	
Supervisión por jefe de trabajo							✱	✱																				
Señalización y balizamiento			③	③	③	③	③	①	②	③	③	③	③	③	③	③	③	③	③							③	③	
Informar a los trabajadores	✱	✱		✱	✱	✱	✱	✱	✱	✱	✱		✱		✱	✱		✱	✱							✱	✱	

Aislamiento de los conductores de la línea:

Consiste en la colocación de vainas y caperuzas aislantes o sustitución de los conductores desnudos por conductores aislados de 1.000 voltios de tensión nominal, siempre que se trate de una línea de baja tensión (anteriormente considerada). Si la línea es de alta tensión, deberán sustituirse los elementos desnudos de la misma por otros aislados en el tramo afectado.

En todo caso, esta medida queda condicionada siempre a la autorización de la compañía propietaria de la línea que, en general, será también la encargada de realizarla, aunque deba abonársela, por lo que la medida, en el caso de adoptarse en el Plan de Seguridad y Salud, debe responder a las previsiones efectuadas en este Estudio. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, la escasa garantía de los aislamientos ante el choque de un elemento mecánico de altura, por lo que sólo resulta válida

en supuestos de elementos de altura movidos a mano o de estar asegurada la imposibilidad o la inocuidad del contacto.

Instalar dispositivos de seguridad:

Se trata de medidas especialmente apropiadas para reducir la zona de alcance del elemento de altura, mediante la instalación de topes mecánicos, eléctricos o hidráulicos, capaces de limitar el recorrido de las partes móviles, resultando aplicable sólo cuando se trate de elementos que operen inmovilizados sobre el terreno, tal y como se simboliza en el croquis siguiente.

Instalación de resguardos en torno a la línea:

Se tratará de impedir la invasión de la zona de prohibición por parte del elemento de altura o de las cargas por él transportadas, mediante la disposición de resguardos resistentes que separen el recorrido del elemento de la línea y sus proximidades.

Siempre será necesaria la aprobación de la compañía eléctrica y su supervisión especializada durante estos trabajos.

Los resguardos serán calculados a impactos dinámicos y bajo la hipótesis de acción del viento, debiendo arriostrarse para impedir caídas sobre la línea, todo ello definido adecuadamente en el Plan de Seguridad y Salud.

Debe tenerse presente la necesidad de adoptar las correspondientes medidas de seguridad durante la construcción de los resguardos, así como la puesta a tierra de todas sus partes metálicas.

Colocación de obstáculos en el área de trabajo:

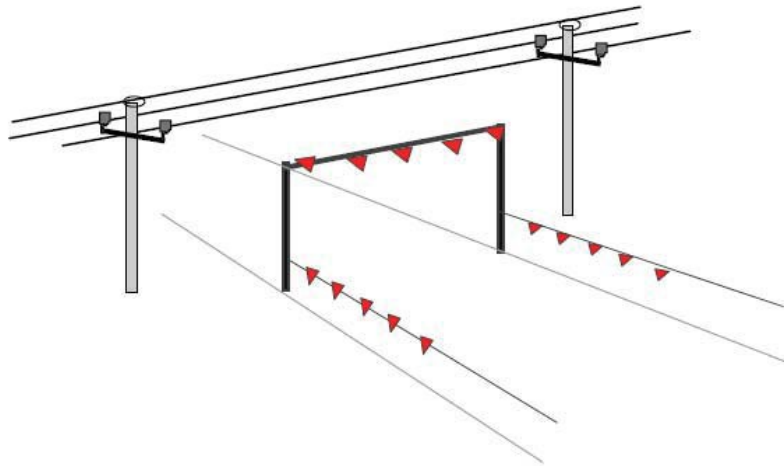
Se tratará, en este caso, de reducir la zona de alcance del elemento de altura, mediante la limitación de la movilidad de éste, colocando vallas, terraplenes u otros impedimentos a su paso, siempre que éstos no puedan ser rebasados por el conductor de la máquina inadvertidamente.

Medidas de señalización y balizamiento:

Estas medidas serán adoptadas con sujeción a lo establecido por el Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, utilizándose para delimitar la separación entre la zona de prohibición de la línea y la zona de seguridad del elemento de altura.

ANEJO 13: Estudio de seguridad y salud

En el supuesto de paso bajo las líneas aéreas de transporte eléctrico, éste se limitará mediante un gálibo artificial a ambos lados de la línea, construido con postes verticales unidos por un travesaño horizontal a altura inferior a la zona de peligro, complementado por un cable de retención para la sujeción de cada conductor por una red inferior a los mismos, con banderines y carteles señalizadores, siendo todo ello definido correctamente en el Plan de Seguridad y Salud.



El estudio de estas actividades debe completarse, en todo caso, en el Plan de Seguridad y Salud con el listado de obligaciones y medidas organizativas que se consideren necesarias para su aplicación durante la obra.

Parque de ferralla:

Cuando sea necesario disponer en obra de parque de ferralla, aunque se trate tan sólo de un almacenaje transitorio de hierros en barras o montados en elementos de cierta longitud, se tendrá especial prevención al riesgo de contacto eléctrico que presenta el desplazamiento del hierro elaborado por los trabajadores de forma manual. Este trabajo se realizará siempre de forma que los redondos se mantengan en posición horizontal y nunca de forma vertical, cuando exista una línea aérea en la proximidad de la obra.

Bloqueos y barreras:

Las máquinas de elevación llevarán incorporados unos enclavamientos o bloqueos de tipo eléctrico o mecánico que impidan sobrepasar esas distancias mínimas de seguridad.

Para las máquinas como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalizarán las zonas que no deben traspasar y, para ello se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión. Estas barreras se fijarán de forma segura y resistirán los esfuerzos mecánicos usuales.

Normas generales de actuación frente a accidentes:

- . No tocar nunca la máquina o la línea caída a la tierra
- . Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos
- . Advertir a las personas que se encuentran fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.
- . Hasta advertir que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.

Caída de línea:

- . Se prohibirá el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que está sin tensión.
- . No se permitirá que nadie toque a las personas en contacto con la línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elemento no conductores, sin tocarla directamente.

Accidentes con máquinas:

- . El conductor o maquinaria estará adiestrado para conservar la calma e incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- . Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
- . Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- . En caso de contacto, el conductor no abandonará la cabina, sino que intentará bajar el basculante y alejarse de las zonas de riesgo.
- . Advertirá a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.
- . No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si se desciende antes, el conductor estará en el circuito línea aérea - máquina - suelo y seriamente expuesto a electrocutarse.

. Si es posible separar la máquina y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, sino que saltará lo más lejos posible de la máquina evitando tocar ésta.

Antes de comenzar los trabajos es necesario asegurarse si en la zona de obra existe alguna conducción eléctrica subterránea y, en caso afirmativo, definir su posición exacta. En caso de duda se solicitará siempre información a un responsable de la compañía eléctrica. Esta información debe recabarse antes de redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra y contemplarse en éste, así como las medidas a adoptar; pero, en todo caso, se revisará y completará antes de comenzar los trabajos, actualizándose el citado plan.

Siempre que se detecte la existencia de una línea eléctrica en la zona de trabajo se gestionará con la compañía propietaria la posibilidad de dejar los cables sin tensión, antes de comenzar los trabajos. En caso de que existan dudas, todos los cables subterráneos se tratarán y protegerán como si fueran cargados con tensión. Nunca se permitirá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable subterráneo en la obra. Se evitará tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como producir posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

Se empleará señalización indicativa de riesgo eléctrico, complementándose, siempre que sea posible, con la indicación de la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos sigan su curso, se velará porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Se informará a la compañía propietaria inmediatamente, siempre que un cable subterráneo sufra algún daño. En tales supuestos, se conservará la calma y se alejará a todas las personas, para evitar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas u otros utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos. Los trabajadores empleados en los trabajos con posible presencia y riesgo de contacto eléctrico estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes, según las previsiones del Plan de Seguridad y Salud o sus actualizaciones pertinentes.

Cuando sea conocido perfectamente el trazado y profundidad de la conducción, se adoptará deberá aplicarse las siguientes medidas y prescripciones:

. Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión), se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m de conducción (salvo que previamente, de conformidad con la compañía propietaria, hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

. Si el conocimiento que se tiene sobre el trazado, la profundidad y la protección de la línea no es exacto, se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m de conducción, a partir de esta cota y hasta 0,50 m se podrá utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y a partir de aquí, pala manual.

Conducciones subterráneas de agua:

Cuando deban realizarse trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas precisas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio. En caso de no estar disponibles los planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad y adoptando las siguientes normas básicas:

. No deben realizarse excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0.50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.

. Una vez descubierta la tubería, en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá dicha excavación y se apuntalará la tubería, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria o herramientas.

. Se instalarán sistemas de señalización e iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera, a juicio de la jefatura de obra y del Coordinador de Seguridad y Salud.

. Estará totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora.

. No se almacenará ni adosará ningún tipo de material sobre la conducción.

. En casos de roturas o fugas en la canalización, se comunicará tal circunstancia, inmediatamente, a la compañía propietaria o instaladora y se paralizarán los trabajos hasta que la conducción haya

sido reparada. Se tendrá especial cuidado en desalojar aquellos lugares que se vean amenazados por corrimientos de tierras o hundimientos inducidos por la presión o humedad derivadas de la fuga. Del mismo modo, se atenderán con celeridad las posibles afecciones a vías públicas o privadas derivadas del encharcamiento y/o hundimiento.

3.2.6. Interferencias con vías en servicio, desvíos y cortes

De acuerdo con el nivel de interferencia de los trabajos con la calzada en servicio, desvíos, cortes, etc el Plan de Seguridad y Salud definirá detalladamente las medidas de balizamiento y señalización para el tráfico rodado, así como las zonas de paso y barandillas o barreras precisas para los peatones. El esquema mínimo de señalización, en los casos que nos ocupan, se incluye en los Planos. Las señales y elementos de balizamiento a utilizar cumplirán las normas recogidas en el Pliego de Condiciones y, en particular, respecto de su disposición, la Norma 8.3 de la Instrucción de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Retirada y reposición elementos señalización, balizamiento y defensa:

Al retirar la señalización vertical y los elementos de balizamiento, se procederá en el orden inverso al de su colocación, es decir, de la forma siguiente:

. Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en un vehículo de obra, que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal.

. Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico, con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso de la colocación de las mismas, permaneciendo siempre el operario en la parte de la calzada aislada al tráfico.

. Siempre en la ejecución de una operación en la que hubiera que ocupar parcialmente el carril de marcha normal, se colocará previamente la señalización prevista en el caso de trabajos en este carril ocupándolo en su totalidad, evitando dejar libre al tráfico un carril de anchura superior a las que establezcan las marcas viales, ya que podría inducir a algunos usuarios a eventuales maniobras de adelantamiento.

. Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que pudieran representar algún peligro para el tráfico.

. Se señalizarán suficientemente la presencia de todo el personal que esté operando, evitándose la presencia en su área de influencia de personas ajenas a esta operación.

. Para eliminar las marcas viales de la calzada se seguirán las mismas precauciones y procedimientos que para el premarcaje y pintado de las marcas viales provisionales, es decir:

- Los operarios que componen los equipos deben de ser especialistas y conocedores de los procedimientos, por el riesgo de trabajos con tráfico de vehículos.
- Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.
- En el caso de producirse interferencia con el tráfico, no se empezarán los trabajos sin haber estudiado la señalización adecuada a utilizar y sin que se haya producido la colocación correcta de la misma.
- La pintura debe estar envasada. Para su consumo se trasvasará al depósito de la máquina, con protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para la consumición del día. En todo caso se evitará fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas y se prohibirá realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Medidas de señalización obligatorias:

No se utilizarán señales que contengan mensajes escritos del tipo "PELIGRO OBRAS", "DESVIO A 250 M" o "TRAMO EN OBRAS, DISCULPE LAS MOLESTIAS". Se procederá siempre a colocar la señalización reglamentaria que indique cada situación concreta y así definida, ya en el proyecto, ya en el Plan de Seguridad y Salud. Las señales con mensajes como los indicados anteriormente serán sustituidas por las señales de peligro (TP-18) y de indicación (TS-60, TS-61 o TS-62).

Las zonas de trabajo deberán siempre quedar delimitadas en toda su longitud y anchura mediante conos situados a no más de 5 ó 10 m de distancia uno de otro, según los casos, o por vallas de obra. Los extremos de dichas zonas deberán, a su vez, señalarse con paneles direccionales reglamentarios, situados como barreras en la parte de calzada ocupada por las obras.

Cuando sea necesario limitar la velocidad, es conveniente completar la señalización con otros medios, como puede ser el estrechamiento de los carriles o realizar con el debido balizamiento, sinuosidades en el trazado u otros medios. Solamente en casos excepcionales se utilizarán resaltos transversales para limitar la velocidad, colocando la señal indicativa de dicho peligro. La limitación progresiva de la velocidad se hará en escalones máximos de 30 Km/h desde la velocidad normal permitida hasta la máxima autorizada por las obras.

Los paneles direccionales TB-1, TB-2, TB-3 y TB-4 se colocarán perpendiculares a la visual del conductor y nunca sesgados respecto de su trayectoria. Si la situación hiciera necesario mantener dichos paneles direccionales en horas nocturnas o de reducida visibilidad (niebla, lluvia intensa o por estar en un túnel) se complementarán con luminosos intermitentes situados sobre la esquina superior del panel más próximo a la circulación.

Se considerará la conveniencia de establecer barreras de seguridad en el borde longitudinal de la zona de obras, en función de la gravedad de las consecuencias de la invasión de ésta por algún vehículo, especialmente si la IMD rebasase los 7.000 vehículos. Éste es el caso de la Nacional II, carretera afectada en distintos puntos de la obra.

Todos los operarios que realicen trabajos próximos a carreteras con circulación, deberán llevar en todo momento un chaleco de color claro, amarillo o naranja, provisto de tiras de tejido reflectante, de modo que puedan ser percibidos a distancia lo más claramente posible ante cualquier situación atmosférica. Si fuera necesario llevarán una bandera roja para resaltar su presencia y avisar a los conductores.

Cuando un vehículo o maquinaria de la obra se encuentre parado en la zona de trabajo, cualquier operación de entrada o salida de trabajadores, carga o descarga de materiales, apertura de portezuelas, maniobras de vehículos y maquinaria, volcado de cajas basculantes, etc., deberá realizarse exclusivamente en el interior de la zona de trabajo, evitando toda posible ocupación de la parte de la calzada abierta al tráfico.

No se realizarán maniobras de retroceso, si no es en el interior de dichas zonas. Estas maniobras se realizarán siempre con la ayuda de un trabajador que, además de estar provisto de chaleco con cintas reflectantes, utilizará una bandera roja para indicar anticipadamente la maniobra a los vehículos que se acerquen.

Todas las maniobras citadas anteriormente que requieran señalización manual, deberán realizarse a una distancia de, por lo menos, 100 m de la zona en la que se realiza lo cual requerirá en

ocasiones de otros operarios, provistos de chaleco con cintas reflectantes y bandera roja, para realizar labores de señalización.

El control de la señalización y de las operaciones se realizará por personal con conocimiento, quedando también encargado de colocarlas nuevamente si resultan abatidas o desplazadas por la acción del viento o de los vehículos que circulan.

En la colocación de las señales que advierten la proximidad de un tramo en obras o zona donde deba desviarse el tráfico, se empezará con aquellas que tengan que ir situadas en el punto más alejado del emplazamiento de dicha zona y se irá avanzando progresivamente según el sentido de marcha del tráfico. Cuando dicha zona sea el carril de marcha normal, el vehículo con las señales avanzará por el arcén derecho y se irá colocando la señalización según la secuencia del tramo en obras.

Al colocar las señales de limitación de la zona de obras, tales como conos, paneles y otras, el operario deberá proceder de forma que permanezca siempre en el interior de la zona delimitada.

Al retirar la señalización, se procederá en el orden inverso al de su colocación. Primero se retirarán todas las señales de delimitación de la zona de obras, cargándolas en el vehículo de obras que estará estacionado en el arcén derecho, si la zona de obras está en el carril de marcha normal. Una vez retiradas estas señales, se procederá a retirar las de desviación del tráfico (sentido obligatorio, paneles direccionales, señales indicativas de desvío, etc.), con lo que la calzada quedará libre. Se desplazarán a continuación las señales de preaviso al extremo del arcén o mediana, de forma que no sean visibles para el tráfico, de donde serán recogidas posteriormente por un vehículo. Deberán tomarse las mismas precauciones que en el caso anterior, permaneciendo el operario siempre en la parte de la calzada aislada del tráfico.

El personal que esté encargado de realizar trabajos topográficos próximos a vías con circulación utilizará siempre chalecos reflectantes y se dispondrá señalización que informe de su presencia en la calzada.

En un mismo poste no podrán ponerse más de una señal reglamentaria. Como excepción las señales combinadas de "dirección prohibida" y "dirección obligatoria" podrán situarse en un mismo poste y a la misma altura.

Si la situación de las obras coincide en el trazado de una curva, deberá situarse la señalización con la debida antelación, de forma que permita a los conductores reducir su velocidad e informarse sobre la situación en cada caso concreto. Cuando sea necesario colocar la señal de

"adelantamiento prohibido" (TR-30S), se situará también en el arcén derecho e izquierdo y no solamente en el derecho.

Medidas para corte de carril:

En ningún caso se invadirá un carril de circulación, aunque sea para trabajos de poca duración, sin antes colocar la señalización adecuada.

En carreteras con más de un carril asignado a un sentido de circulación, se evitará en lo posible el cierre de más de uno de ellos y siempre se empezará por cerrar el situado más a la izquierda según dicho sentido.

Con ordenaciones de la circulación en sentido único alternativo, deberá siempre considerarse la longitud de las retenciones de vehículos, de forma que estos no se detengan antes de la señalización y balizamiento previstos.

Ningún vehículo, maquinaria, útiles o materiales serán dejados en la calzada durante la suspensión de las obras.

Un trabajador con la bandera roja deberá colocarse en el arcén adyacente al carril cuyo tráfico está siendo controlado o en el carril cerrado al tráfico. Bajo ninguna circunstancia se colocará en el carril abierto al tráfico. Debe ser claramente visible al tráfico que está controlado desde una distancia de 150

m. Por esta razón debe permanecer sólo, no permitiendo nunca que un grupo de trabajadores se congregue a su alrededor. Para detener el tráfico, el trabajador con la bandera hará frente al mismo extenderá la bandera horizontalmente a través del carril en una posición fija, de modo que la superficie completa de la bandera sea visible. Para requerir una mayor atención puede levantar el brazo libre, con la palma de la mano vuelta hacia el tráfico portando siempre en la otra mano el disco de "STOP" o "prohibido el paso".

Cuando se permita a los vehículos continuar en su marcha, el hombre se colocará paralelamente al movimiento de tráfico, con el brazo y la bandera mantenidas en posición baja, indicando el movimiento hacia delante con su brazo libre, no debe usarse la bandera roja para hacer la señal de que continúe el tráfico, se utilizará el disco azul de "paso permitido".

Medidas para desvío de carril

Las desviaciones deberán proyectarse para que puedan ser recorridas a velocidades que no produzcan retenciones. Si la restricción a la libre circulación se realiza en sentido único

alternativo, deberá siempre considerarse la longitud de las retenciones de vehículos, de forma que éstos no deban detenerse antes de la señalización y balizamiento previstos.

Será obligatorio el balizamiento con marcas viales provisionales, color naranja o amarillo, en caso de modificación de carriles. En zona lluviosa deberá reforzarse con elementos captafaros.

3.2.7.Replanteo

Los trabajos de replanteo engloban aquellos que se realizan desde el inicio de las obras hasta su finalización, por los equipos de topografía, definiendo por medio de los replanteos todos los datos geométricos y medidas referenciadas en el terreno para poder realizar las actividades de los elementos constructivos que componen la obra. Estos trabajos han sido múltiples y a veces excluidos de los estudios y planes de seguridad y salud de las obras, lo que resulta improcedente, dado que son fuente de numerosos accidentes de gravedad variable.

Los equipos de replanteo han de observar una serie de normas generales como son:

- . El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos.
- . Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.
- . Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.
- . Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.
- . Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.
- . Para clavar las estacas se utilizarán guantes y punteros con protector de golpes en manos.

. Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas antiproyecciones durante estas operaciones.

. En aquellos tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

. Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos directos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

. Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como con señalización de obras, si corresponde.

. El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo todo terreno o furgoneta, dependiendo de las condiciones del terreno. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín que será revisado con periodicidad y conducido normalmente por un mismo operario. Cuando sea necesario alejarse del vehículo de obra, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas de la obra.

Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

Replanteo de grandes movimientos de tierra:

Los grandes movimientos de tierras han de realizarse observando las siguientes normas mínimas de seguridad:

. Será imprescindible el uso de chalecos reflectantes en zonas con tráfico, sea éste de obra o público.

. Se tendrán especialmente en cuenta los trabajos simultáneos, tanto en fase de desmonte, ejecución de estructuras, desvíos, explanaciones, etc., para evitar posibles atropellos, caídas de objetos etc.

. Para el acceso a coronaciones de desmontes, será necesario el anclado del peón a terreno firme mediante arnés fijado a una pica en terreno estable, específicamente habilitada al efecto, u otros medios equivalentes que soporten el peso de un hombre.

Replanteo en obras de fábrica o trabajos localizados:

Este tipo de trabajos reúne una serie de características diferenciales respecto a los replanteos de grandes movimientos de tierras. Ello es debido al carácter localizado del replanteo, hecho que a su vez conlleva la aparición de importantes desniveles u obras a medio terminar, lo cual induce unos riesgos especiales. De esta forma, el Plan de Seguridad y Salud de la obra hará especial hincapié en señalar los replanteos que revistan especial dificultad, previendo los medios y consejos adecuados para garantizar las adecuadas condiciones de seguridad.

De forma general, se establecerán las siguientes normas mínimas de seguridad para estos trabajos:

- . En todos los trabajos que se realicen en altura, así como en comprobaciones o replanteos de estructuras y obras de fábrica, tendrá que accederse por las escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como andamios tubulares con descansillos y barandas.
- . No se procederá a realizar las labores de replanteo sin haber instalado las protecciones colectiva correspondientes para salvar huecos y desniveles.
- . Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos afectados o líneas eléctricas aéreas, al objeto de evitar contactos eléctricos directos o indirectos.
- . Será obligatorio el uso del casco de seguridad en caso de que exista riesgo de caída de objetos.

3.2.8. Señalización, balizamiento y defensas de vías en construcción

Estos trabajos no se hacen con tráfico abierto, por lo que no aportan teóricamente ningún riesgo de atropellos y colisiones. Sin embargo, han de seguirse diversas normas en el acopio y almacenaje de los elementos a disponer, así como en la interferencia con el tráfico de obra, el cual puede ser bastante rápido y peligroso.

El acopio de los elementos debe hacerse de forma racional, minimizando los desplazamientos y evitando provocar obstáculos a la circulación.

Para el premarcaje y pintado de las marcas viales será necesario observar las siguientes normas mínimas, las cuales serán concretadas y complementadas en el Plan de Seguridad y Salud:

- Para realizar el premarcaje y pintado de la carretera se utilizarán monos de color blanco o amarillo con elementos reflectantes. Se utilizarán mascarillas para afecciones por los vapores de la pintura.
- La pintura debe estar siempre envasada. El trasvase al depósito de la máquina se realizará utilizando siempre protección respiratoria. Sólo se tendrán en el camión las latas para el consumo del día.
- Se prohibirá fumar o encender cerillas y mecheros durante la manipulación de las pinturas y el extendido de las mismas.
- Se prohibirá realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

3.2.9. Pequeñas obras de fábrica y de drenaje

Las tierras extraídas se acopiarán a una distancia del borde de la zanja igual a la profundidad de la misma. Asimismo, antes de permitir el acceso al fondo de éstas, se saneará el talud y borde de las zanjas, que se mantendrán en todo momento debidamente protegidas con barandillas rígidas, de forma que se impida el acercamiento inadecuado de personas y vehículos. También se señalizarán con cordón de balizamiento en el resto de su longitud.

El acceso al fondo de la excavación se realizará por medio de escaleras de mano dotadas de elementos antideslizantes, amarradas superiormente y de longitud adecuada (sobrepasarán en 1 m el borde de la zanja).

Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas y, si las características del terreno o la profundidad de la zanja lo exigieran, se procederá a su entibación, para prevenir desprendimientos del terreno.

Para pasos de personal sobre zanjas abiertas se instalarán pasarelas de ancho mínimo de 0,60 m, protegidas con barandillas rígidas superior e intermedia y rodapié.

El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto. El transporte de tuberías se realizará empleando útiles adecuados

que impidan el deslizamiento y caída de los elementos transportados. Estos útiles se revisarán periódicamente, con el fin de garantizar su perfecto estado de empleo.

Quedará prohibida la ubicación de personal bajo cargas y toda maniobra de transporte se realizará bajo la vigilancia y dirección de personal especializado y conocedor de los riesgos que estas operaciones conllevan.

Una vez instalados los tubos, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.

El Plan de Seguridad y Salud de la obra fijará las dotaciones y obligaciones de empleo de las siguientes protecciones personales, que serán, como mínimo, las siguientes:

- . Casco de seguridad no metálico.
- . Guantes de protección frente a agresivos químicos (para los trabajos de manipulación del hormigón o de acelerantes de fraguado).
- . Arnés de seguridad (para trabajadores ocupados al borde de zanjas profundas).
- . Botas de seguridad contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajos en ambiente seco).
- . Ropa impermeable al agua (en tiempo lluvioso).
- . Guantes de cuero y lona contra riesgos mecánicos (para todo tipo de trabajo en la manipulación de materiales).
- . Mono de trabajo.

Así como las siguientes protecciones colectivas mínimas:

- . Barandillas en bordes de zanjas y/o pozos.
- . Escaleras metálicas con calzos antideslizantes.
- . Calzos para acopios de tubos.
- . Pasarelas para el paso de trabajadores sobre zanjas, con atención especial a su diseño y construcción cuando deba pasar público.
- . Balizamiento de zanjas y tajos abiertos.
- . Separación de acopios de tierras extraídas a distancias de seguridad.
- . Entibaciones adecuadas, cuando así se requiera.

. Señalización normalizada.

De manera específica, en el montaje de tuberías, además de las normas comunes, anteriormente consideradas, se tendrán presentes, en su caso, los riesgos propios de los trabajos de soldadura, en los que será necesario el empleo de guantes dieléctricos, herramientas aislantes de la electricidad y comprobadores de tensión. En los trabajos de soldadura eléctrica y oxicorte se seguirán fielmente las normas dictadas para los mismos.

La ubicación de tuberías en el fondo de la zanja se realizará con ayuda de cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, no empleando jamás las manos o los pies para el ajuste fino de estos elementos en su posición. Antes de hacer las pruebas, ha de revisarse la instalación, cuidando que no queden accesibles a terceros, válvulas y llaves que, manipuladas de forma inoportuna, puedan dar lugar a la formación de atmósferas explosivas o a escapes peligrosos.

En canalizaciones de gas, además de las prescripciones comunes o específicas, antes consideradas, es preciso añadir las correspondientes a los riesgos de explosiones y, siempre que sea posible, se enterrarán las mangueras eléctricas, cubriéndose en zonas de paso con tabloncillos u otra protección resistente. El personal que participe en el montaje y prueba de las instalaciones de la red de gas deberá ser experto y conocer los riesgos que estos trabajos representan. Todo el personal que participe en las pruebas de presión y estanqueidad de la instalación de gas deberá ser profesional y estar autorizado por el Jefe de Obra para su participación en los mismos.

Durante la realización de arquetas de registro se seguirán las normas de buena ejecución de trabajos de albañilería, empleando para ello, si se hicieran necesarios, andamios y plataformas correctamente contruidos. Toda arqueta estará dotada de una tapa definitiva o provisional en el momento de su construcción o, cuando menos, se rodeará la zona de riesgo de caída con cordón de balizamiento. Siempre que una arqueta sea destapada por necesidades de trabajo, será protegida con barandilla o señalizada con cordón de balizamiento y restituida la tapa, una vez que el trabajo finalice.

La realización de las pruebas de funcionamiento de la instalación de gas, se realizará bajo vigilancia experta y se emplearán cuantos medios de señalización y enclavamiento se estimen necesarios para garantizar la inaccesibilidad de personas, participantes o no en las pruebas, a partes de la instalación cuya manipulación involuntaria o accidental pusiera dar lugar a escapes de gas que en caso de acumulación darían lugar a atmósferas explosivas.

En los trabajos en redes de saneamiento, al considerar el riesgo de inundación, ha de tenerse en cuenta que las maniobras de aproximación y ajuste de los tubos se han de realizar con herramientas adecuadas y jamás se efectuarán dichos ajustes con las manos o los pies. Una vez instalados los tubos, se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo. Los pozos de registro se protegerán con una tapa definitiva en el momento de su ejecución y si esto no fuera posible, se utilizarán tapas provisionales de resistencia probada. Se tendrá especial cuidado cuando estos pozos se encuentren en zonas de paso de vehículos y maquinaria. Nunca permanecerá un hombre solo en un pozo o galería. Irá acompañado siempre, para que en caso de accidente haya mayores posibilidades de auxilio. En caso de accidente y para la evacuación del personal, se dispondrá de elementos de emergencia, tales como el arnés con puntos de amarre para poder atar a ellos una cuerda o soga, de forma que en cualquier momento, tirando de ella desde el exterior, puedan sacar al trabajador del interior; mangueras de ventilación, etc. En redes de saneamiento es necesario, además, vigilar atentamente la existencia de gases. Para el alumbrado se dispondrá de lámparas portátiles de 24 v blindadas, antideflagrantes y con mango aislante y estará prohibido fumar. Al menor síntoma de mareo o asfixia se dará la alarma, se saldrá ordenadamente del pozo o zanja y se pondrá el hecho en conocimiento del Jefe de Obra.

3.2.10. Actuaciones en obra de los servicios técnicos

Todas las obras son objeto de inspecciones y controles periódicos o esporádicos por parte de los servicios técnicos (directores de obra, inspectores, proyectistas, coordinador en materia de seguridad y salud, equipos de control de calidad, etc.). Estas visitas han de hacerse bajo las condiciones adecuadas de seguridad, por lo que han de adoptarse ciertas normas preventivas al respecto.

El Plan de Seguridad y Salud de la obra deberá prever específicamente la forma, condiciones y medios a utilizar para asegurar que las visitas de obra se lleven a cabo bajo las adecuadas condiciones de seguridad. Para ello, cabe dar unas normas generales, las cuales serán concretadas y complementadas en el Plan de Seguridad y Salud:

. Antes de que un técnico o profesional de dirección y control se desplace al lugar de visita, deberá velarse por que esté perfectamente informado de los riesgos a que va a estar expuesto en obra. Sobre todo, deberá ser informado de todas aquellas condiciones específicas que se den en la obra y sin cuyo conocimiento previo podrían ser causa de riesgos importantes. Aún así, el visitante será acompañado en todo momento alguna persona que conozca las peculiaridades del entorno.

. Todos los visitantes a la obra deberán llevar las protecciones individuales adecuadas que sean necesarias para protegerles adecuadamente.

. Las protecciones colectivas suelen ser eliminadas, lógicamente, de aquellos lugares donde cesa el trabajo, pero si dichas zonas han de ser visitadas por los servicios técnicos, las citadas protecciones deben ser repuestas, pudiendo, en caso contrario, negarse el visitante a acceder a dichos lugares o adoptar las decisiones que estime oportunas.

3.3. Medidas preventivas generales relativas a la maquinaria

En este apartado se resumen los principales aspectos de las medidas preventivas relativas a la maquinaria, aspectos que son detallados de forma más exhaustiva para cada tipo de maquinaria en los siguientes apartados:

- La maquinaria a utilizar en obra deberá cumplir con las disposiciones vigentes sobre la materia con el fin de establecer los requisitos necesarios para obtener un nivel de seguridad suficiente, de acuerdo con la práctica tecnológica del momento y a fin de preservar a las personas y los bienes de los riesgos de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas.
- Toda máquina de nueva adquisición deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo, tanto de tipo operativo como de seguridad y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento. Toda máquina o equipo deberá ir acompañada de un manual de instrucciones extendido por su fabricante o, en su caso, por el importador. En dicho manual, figuraran las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas otras graficas que sean complementarias para su mayor conocimiento. De este manual se exigirá una copia cuyo texto literal figure en el idioma castellano.
- Toda máquina llevara una placa de características en la cual figurara, al menos, lo siguiente: Nombre del fabricante, año de fabricación y/o suministro, tipo y número de fabricación, potencia y contraseña de homologación, si procede.
- Esta placa será de material duradero y estará fijada sólidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura una vez instalada.
- Antes del empleo de máquinas que impliquen riesgos a personas distintas a sus usuarios habituales, habrán de estar dispuestas las correspondientes protecciones y señalizaciones.

- Si como resultado de revisiones o inspecciones de cualquier tipo, se observara un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, de inmediato se paralizara la máquina en cuestión y se adoptaran las medidas necesarias para eliminar o reducir el peligro o riesgo. Una vez corregida, deberá someterse a nueva revisión para su sanción.
- La sustitución de elementos o de piezas por reparación de la máquina se harán por otras de igual origen o, en su caso, de demostrada y garantizada compatibilidad.
- Los órganos móviles o elementos de transmisión en las máquinas estarán dispuestos o, en su caso, protegidos de modo que eliminen el riesgo de contacto accidental con ellos.
- La estructura metálica de la máquina fija estará conectada al circuito de puesta a tierra y su cuadro eléctrico dispondrá de un interruptor magneto térmico y un diferencial, en el caso de que este cuadro sea independiente del general.
- Las máquinas eléctricas deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados para eliminar el riesgo de contacto eléctrico o minimizar sus consecuencias en caso de accidente. Estos sistemas siempre se mantendrán en correcto estado de funcionamiento.
- Las máquinas dispondrán de dispositivos o de las protecciones adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación, tales como: resguardos fijos, aparta cuerpos, barras de paro, auto alimentación, etc.
- Para el transporte exterior de las máquinas se darán las instrucciones precisas, se arbitrarán los medios adecuados y se cumplirán las normativas que los órganos oficiales intervinientes tengan dictadas y afecten al transporte en cuestión.
- El montaje de las máquinas se hará siempre por personal especializado y dotado de los medios operativos y de seguridad necesarios.
- En la obra existirá un libro de registro en el que se anotarán, por la persona responsable, todas las incidencias que implique el montaje de las máquinas, uso, mantenimiento y reparaciones, con especial incidencia en los riesgos que sean detectados y en los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.
- No se podrán emplear las máquinas en trabajos distintos para los que han sido diseñadas y fabricadas.
- El personal de manipulación, mantenimiento, conductores, en su caso, y personal de maniobras deberán estar debidamente cualificados para la utilización de la máquina de que se trate.
- Será señalizado o acotado el espacio de influencia de las máquinas en funcionamiento que puedan ocasionar riesgos.
- El personal de mantenimiento será especializado.

3.4. Medidas preventivas de la maquinaria para el movimiento de tierras

3.4.1. Pala cargadora



1. Características

Es una máquina de cargadora frontal, compuesta de un tractor sobre orugas o sobre dos ejes con neumáticos y chasis rígido o articulado y una pala mecánica situada en su parte delantera, cuyo movimiento de elevación y descenso se logra mediante dos brazos laterales articulados. La capacidad de elevación del brazo determina la altura de descarga.

2. Utilización

- No trabajar en pendientes superiores al 50%.
- En caso de contacto eléctrico con líneas de alta tensión, el conductor saltará de la cabina al exterior de espaldas a ella con los pies juntos y continuará saltando de igual forma, es decir, con los pies juntos, hasta la distancia de seguridad.
- No transportará pasajeros.
- La máquina tendrá el motor parado cada vez que el conductor deba salir de ella.
- La zona de trabajo de la máquina estará acotada y balizada.
- La velocidad de circulación en el interior de la obra, no superará los 20 km/hora.
- Se prohibirá el acceso de personas a la cuchara para alcanzar un punto de trabajo.
- El cucharón no se colocará por encima del borde superior de la cuchara.
- Siempre que sea posible, se trabajará a favor del viento. La zona de trabajo se mantendrá con la humedad necesaria para evitar polvareda.
- En el caso de no poseer elementos suficientes de visibilidad que permitan el control del entorno, se hará uso de otro operario que indique las operaciones de giro.
- La circulación se hará con la cuchara en posición de traslado y con los puntales de sujeción colocados, si el traslado es largo.
- El conductor será siempre el portador de la llave de puesta en marcha. No la dejará nunca en la máquina salvo cuando se encuentre él en ella.
- En la extracción de material se trabajará siempre de cara a la pendiente.

- En los trabajos de demolición, no se derribaran elementos que superen en altura los 2/3 de la altura total del brazo de la máquina incluida la pala.
- Cuando el maquinista abandone la máquina apoyara el equipo en el suelo, parara el motor, pondrá el freno y retirara la llave de la puesta en marcha, que conservara en todo momento.
- El maquinista deberá hacer uso de cinturón abdominal anti vibratorio.

3. Mantenimiento/conservación

- La máquina será portadora de la documentación para su mantenimiento-conservación, del fabricante, importador o suministrador.
- La revisión (tipo y número de veces) será la que fije el fabricante, importador o suministrador, y estará actualizada en todo momento.
- Diariamente se comprobarán los niveles y estanqueidad de juntas y manguitos, así como la presión de los neumáticos y su estado, y, antes de iniciar la tarea diaria, se comprobará el estado de los bulones y pasadores de la cuchara y articulaciones de los brazos laterales; al final de la jornada se procederá a su lavado, especialmente las zonas de trenes motores y cadenas cuando se empleen estas, cuya tensión será controlada.

4. Medidas preventivas específicas

- Debe disponer de cabina de seguridad antivuelco (ROPS).
- La cabina ha de ser de seguridad anti impacto (FOPS).
- Tener especial atención en el trabajo próximo a líneas eléctricas, respecto de las que hay que mantener una distancia de seguridad de 5 m a partir de líneas de 66.000 V.
- En todo caso, los trabajadores habrán de operar respetando las distancias límites de las zonas de trabajo con riesgo eléctrico, que se determina en la Tabla fijada en el Anexo del RD 614/2001, de 8 de junio, que establece las disposiciones mínimas de protección frente al riesgo eléctrico.
- No se trabajara en pendientes superiores al 50 por ciento.
- En la extracción de material, se trabajara siempre de cara a la pendiente.
- En los trabajos de demolición, no se derribaran elementos que superen en altura, los 2/3 de la altura total del brazo de la máquina.
- No se trabajara bajo ninguna circunstancia bajo los salientes de la excavación, eliminando estos con el brazo de la máquina.

- Cuando la máquina finalice el trabajo, la batería quedara descargada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto quitada.
- Se prohíbe el transporte de carga colgada de la cuchara y no incorporada a su interior.
- Toda pala llevara incorporadas luces y bocina de retroceso.
- Quedará prohibido abandonar la "cuchara" izada y sin apoyar en el suelo.
- En toda pala habrá un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- En toda pala deberá existir un botiquín de primeros auxilios.
- Quedará prohibido tumbarse a descansar bajo la máquina.
- No se permitirá fumar cuando se cargue combustible o se compruebe el carburante.
- En las operaciones, de acuerdo con las medidas adoptadas por la evaluación de riesgos, se utilizará los equipos de protección individual: cinturón de seguridad anti vibratorio, ir provisto de casco de seguridad, guantes y calzado antideslizante.

3.4.2. Retroexcavadora



1. Características

Máquina para el movimiento de tierras cuyo chasis portante sirve para los desplazamientos, pudiendo ser instalada sobre equipo motriz de orugas, de neumáticos o de ruedas para raíl. Lleva un conjunto motor que articula una serie de transmisiones accionadas mediante sistema hidráulico y mecánico para la acción de la pala, que dispone, a su vez, de una cuchara con la abertura hacia abajo, equipada con dientes intercambiables y cuchillas laterales, montada en el extremo del brazo articulado en cabeza de pluma y, al mismo tiempo, sobre la plataforma.

2. Utilización

- En la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión, la distancia de la parte más saliente de la máquina al tendido será como mínimo de 5 m. Si la línea está enterrada, se mantendrá una distancia de seguridad de 1,50 m trabajando con martillo.

- En general y salvo casos justificados, no se trabajara sobre pendientes superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos que sean deslizantes.
- En caso de contacto eléctrico, el conductor saldrá de un salto, de espaldas a la máquina, con los pies juntos, y continuara saltando, siempre con los pies juntos, hasta la distancia de seguridad.
- No se transportaran personas, salvo el conductor.
- La máquina tendrá el motor parado cuando el conductor se encuentre fuera de la misma.
- La zona de trabajo de la máquina, estará acotada y balizada.
- Cuando se ha circulado por zonas encharcadas o se haya lavado el vehículo, deberá ser comprobada la eficacia de los frenos antes de iniciar la tarea.
- La circulación en el interior de la obra se realizara con cuidado, a velocidad que no supere los 20 Km/hora.
- Se colocara la cuchara en posición de traslado y, con los puntales de sujeción colocados, si el desplazamiento es largo.
- Los cristales de la cabina, deben ser irrompibles.
- Cuando el maquinista abandone la cabina, debe apoyar la pala en el suelo, parar el motor y colocar el freno, llevando consigo la llave.
- Deberá trabajar siempre de cara a las pendientes.

3. Mantenimiento/conservación

- La máquina será portadora de la documentación para su mantenimiento y conservación, procedente del fabricante, importador o suministrador.
- La revisión será la que marque el fabricante, importador o suministrador en los documentos antes mencionados y deberá estar actualizada en todo momento.
- Diariamente el maquinista que, obligatoriamente debe ser un profesional confirmado, comprobará los niveles y estanqueidad de juntas y manguitos, así como la presión de neumáticos y su catado. Diariamente el maquinista comprobará el estado de los bulones y pasadores de fijación de la pluma, así como las articulaciones de esta y de la cuchara y, finalizada la tarea, procederá al lavado de la máquina, especialmente los trenes y cadenas.
- Cuando la retroexcavadora es de cadenas, se deberá tener en cuenta y anticiparse al desgaste de las nervaduras en el patín, para lo que se soldara una barra de acero especial.
- Regularmente se medirá la tensión de la cadena por medio de la flecha que la forma en estado de reposo con el punto medio entre la rueda superior delantera y la vertical al eje de la rueda lisa (valor normal: entre 2,5 y 3 cm).

3.4.3. Buldócer



1. Características

El buldócer es una máquina de excavación y empuje compuesta de un tractor sobre orugas o sobre dos ejes con neumáticos y chasis rígido o articulado y una cuchilla horizontal, perpendicular al eje longitudinal del tractor, situada en su parte delantera con movimiento de elevación o descenso.

Se usa para el empuje y levantado de tierras en profundidades pequeñas y distancias cortas (sobre 6º metros). Es empleada comúnmente para la realización del despeje y desbroce del terreno y de forma más ocasional para trabajos de demolición por empuje.

2. Utilización

- Nunca se debe saltar de la máquina. Se utilizarán los medios instalados para bajar y emplear ambas manos para sujetarse.
- Se mantendrá la máquina limpia de grasa y aceite, en especial los accesos a ella.
- Debe ajustarse el cinturón de seguridad y el asiento.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación, se aparcara la máquina en suelo firme, colocará todas las palancas en posición neutral y parará el motor quitando la llave de contacto.
- Debe evitarse siempre que sea posible manipular con el motor caliente cuando alcanza su temperatura, dado que cualquier contacto puede ocasionar quemaduras graves.
- Se mirara continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos, especialmente durante la marcha atrás.
- No se realizaran ajustes, si se puede evitar, con el motor de la máquina en marcha.

- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- El sistema de enfriamiento contiene álcali; debe evitarse su contacto con la piel y los ojos.
- No soldar o cortar con soplete tuberías que contengan líquidos inflamables.
- No intentar subir o bajar de la máquina si se va cargado con suministros o herramientas.
- No realizar modificaciones, ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina, que perjudiquen la seguridad.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Permanecer separado de todas las partes giratorias o móviles.
- No fumar y desconectar el motor al repostar.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores... Si existen, eliminarlas inmediatamente.
- No utilizar nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- Durante el giro del motor, tener cuidado de que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- No se admitirán máquinas que no tengan protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- La máquina estará dotada de un extintor, timbrado y con las revisiones al día, así como de luces y bocina de retroceso.
- Antes de arrancar el motor se debe comprobar que todos los mandos están en su posición neutra para evitar puestas en marcha intempestivas.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el radio de acción de la pala.
- Utilizar gafas de protección cuando se golpeen objetos, como pasadores, bulones, etc.
- Para subir o bajar de la máquina, utilizar los peldaños y asideros dispuestos para tal función; se evitara así lesiones por caída.
- Al realizar el repostaje de la máquina hay que evitar la proximidad de focos de ignición que podrían producir inflamación del gasóleo o gasolina.
- En el manejo de baterías se deben adoptar medidas preventivas, debiéndose utilizar gafas protectoras y prohibiéndose fumar, encender fuego o realizar cualquier maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.
- No guardar trapos ni algodones grasientos en la máquina.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Estacionar la máquina en una superficie nivelada.
- Cerrar bien la máquina, quitar todas las llaves y asegurar la máquina contra la utilización de personal no autorizado y vandalismo.
- Se prohibirá el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo el escarificador y la cuchilla.

- Se prohibirá el transporte de personas sobre el buldócer, para evitar el riesgo de caídas o atropellos.
- Los buldócer estarán dotados de luces y bocinas de retroceso.
- Se prohibirá estacionar el buldócer a menos de 3 metros del borde del barranco, zanjas..., para evitar riesgos de vuelcos por fatiga del terreno.
- Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionara la zona para evitar desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.
- Como norma general, se prohibirá utilizar el buldócer en las zonas con pendientes superiores al 30%.

3.4.4. Camión basculante



1. Características

Son camiones que disponen de una caja volquete que permite el volteo de los materiales cargados al levantarse inclinándose la caja de una parte mediante bombas hidráulicas, y quedándose fija la parte opuesta. Existen en la actualidad muchos modelos de camiones de volteo o volquetes.

2. Medidas preventivas

- Antes de iniciar la marcha se asegurara que la caja esta bajada.
- Si se da la circunstancia de que el vehículo queda parado en una rampa el camión quedara frenado y calzado con topes.
- Cuando se tenga que bascular o descargar materiales en las proximidades de los frentes de excavación, zanjas, pozos de cimentación, etc. no se permitirá la aproximación a los

mismos a menos de 1 m, debiendo quedar asegurada la base de la zona de parada y, además mediante topes, la distancia mínima exigida.

- El conductor deberá permanecer en la cabina durante las operaciones de carga y descarga.
- Antes del inicio de la carga/descarga se mantendrá puesto el freno de mano.
- Se llevarán incorporadas luces y bocina de retroceso. Se tendrá especial cuidado en las maniobras de marcha atrás.
- Se habrá de cumplir el código de circulación, rebajando la velocidad en función de la carga.
- Se respetarán las señales específicas de circulación de la obra dentro del recinto.
- Queda prohibido el descanso bajo el vehículo.

3.4.5. Dúmper



1. Características

Son vehículos destinados al transporte de materiales ligeros, cuya característica principal consiste en una caja basculante para la descarga. Los riesgos principales son el vuelco, atropellos y choques.

2. Medidas preventivas

- Los accidentes más frecuentes son ocasionados por el basculamiento de la máquina, por ello es necesario no cargarlos exageradamente, sobre todo en terrenos con gran declive.
- No cargar el cubilote por encima de la zona de carga máxima en la marcada.
- Las pendientes se podrán remontar de forma más segura en marcha hacia atrás, pues de lo contrario podría volcar.
- Se prohíbe transportar piezas que sobresalgan lateralmente del cubilote.
- Los dúmpers, sobre todo los de gran capacidad, presentan serios peligros en los desplazamientos marcha atrás, por su poca visibilidad; por ello,
- Deben incorporar avisadores automáticos acústicos de esta operación.
- Se deben colocar topes que impidan el retroceso.
- Se prohibirá la circulación por pendiente superior al 20 por ciento o al 30 por ciento en terrenos húmedos o secos, respectivamente.
- La circulación no debe ser superior a 20 km/h.
- Es conveniente coger la manivela colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos, evitando posibles golpes.

- Es imprescindible disponer de pórtico de seguridad antivuelco, con cinturón de seguridad complementario a él.
- Para la operación de marcha atrás deberá disponer de faro y aviso acústico.
- Es importante mantener en buen estado los neumáticos y revisar el funcionamiento de los frenos.
- Está prohibido el transporte de personas.

3.4.6. Moto traílla



1. Descripción

Se trata de máquinas empleadas para la excavación, carga, transporte, descarga y nivelación de materiales de consistencia media, tales como tierra, arena, arcilla, rocas disgregadas, zahorras, etc.

Consisten de una caja con dispositivo de descenso, corte, ascenso y descarga de tierras y de una cuchilla va cortando el terreno, llenándose la caja al avanzar la máquina.

Se emplean en grandes movimientos de tierras y nivelación. Existen varios tipos:

- Traílla remolcable: caja montada sobre dos neumáticos y remolcada por un tractor. Solo se usa para trabajos de menor envergadura o agrícolas.
- Traílla autopropulsada o moto traílla: lleva incorporado el motor para su traslación y maniobra y es el objeto de esta ficha.

2. Medidas preventivas

- El conductor tiene que estar protegido en la cabina.
- Verificar la presencia de guardabarros en el trendelantero.
- El conducto de evacuación de humos no incidirá directamente sobre el conductor.
- Reemplazar los latiguillos conforme a las directrices del fabricante.

- Asegurarse de la presencia y del buen estado de los resguardos destinados a proteger las partes giratorias del motor.
- Cuando la iluminación natural no sea suficiente, el equipo dispondrá de un sistema de alumbrado.
- La salida del escape tiene que estar protegida o inaccesible. El contacto con partes calientes tiene que ser imposible desde el puesto de mando así como durante el acceso a él.
- El equipo dispondrá de luz girofaro y alarma de retroceso.
- Verificar el buen estado de funcionamiento de los diferentes órganos de mando y de control así como su identificación (pictogramas, indicadores). Si es necesario, protegerlos de forma que no puedan ser accionados involuntariamente.
- Desde el puesto de mando se dominara toda la zona de operación, en caso contrario la puesta en marcha debe estar precedida de alguna señal de advertencia acústica o visual.
- Verificar que la puesta en marcha del motor no provoca movimientos incontrolados del equipo o de la translación.
- Verificar que todo movimiento del equipo (hoja) solo puede resultar de una acción voluntaria sobre un solo mando.
- Verificar el buen funcionamiento de un dispositivo de parada del motor situado en el puesto de mando.
- Verificar que la parada del motor no produzca un movimiento incontrolado de los equipos.

4.4.7. Tractor



1. Descripción

Equipo de trabajo que se utiliza para el transporte de materiales y para remolcar máquinas agrícolas. En obra se utiliza frecuentemente para el transporte de cubas de riego y para la escarificación del suelo.

2. Medidas Preventivas

- Se recomienda que el tractor este dotado de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Ha de estar dotado de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, verificar que la persona que la conduce está autorizada, tiene la formación e información específica en prevención de riesgos laborales tal y como lo establece el RD 1215/1997, de 18 de julio, artículo 5, y se ha leído el manual de instrucciones de la máquina. Si la máquina circula por una vía pública, es necesario, además, que el conductor tenga el carnet C de conducir.
- Verificar que se mantiene al día la ITV (Inspección Técnica de Vehículos).
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos del tractor responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad del tractor mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina este limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar del tractor únicamente por la escalera prevista por el fabricante, utilizando las dos manos y hacerlo siempre de cara al tractor.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en el tractor.
- Verificar que la altura máxima del tractor es la adecuada para evitar interferencias con elementos viarios, líneas eléctricas o similares.
- No remolcar cargas superiores a las que indique el fabricante.
- Verificar que todos los elementos remolcados están equipados con una cadena de seguridad que una el tractor y el remolque.
- Verificar el correcto estado de las transmisiones, sobre todo la toma de fuerza, y partes en movimiento.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

3. Utilización

- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.
- Se evitará la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.

- No se permite el transporte de personas ajenas a la actividad.
- No subir ni bajar con el tractor en movimiento.
- Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar). Fuera de la obra, hay que utilizar el cinturón de seguridad obligatoriamente.
- Después de levantar el volquete, hay que bajarlo inmediatamente.
- Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.
- No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- Realizar las entradas o salidas del solar con precaución y, si fuese necesario, con el apoyo de un señalita.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalita experto que lo guíe.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- No circular en pendientes muy abruptas.
- Trabajar las ruedas motrices siempre que se trabaje con velocidad reducida.
- Si el vehículo remolcado no dispone de frenos, no remolcar a una velocidad superior a 32 km/h.
- Si el equipo remolcado dispone de frenos, no remolcar a una velocidad superior a 40 km/h.
- La carga máxima del equipo remolcado tiene que ser inferior a 1,5 veces el peso del remolque.
- Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado.
- Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.
- Hay que respetar la señalización interna de la obra.
- Evitar desplazamientos del tractor en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.
- Si se tiene que trabajar en lugares cerrados, comprobar que la ventilación es suficiente o que los gases se han extraído.
- Trabajar, siempre que sea posible, con viento posterior para que el polvo no impida la visibilidad del operario.
- Antes de enganchar, desenganchar, limpiar o ajustar las herramientas accionadas por la toma de fuerza, hay que parar el motor, sacar la llave del contacto y observar que el árbol de transmisión de la toma de fuerza esté parado.
- En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.

- En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Efectuar las tareas de reparación del tractor con el motor parado y la máquina estacionada.
- Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.
- En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso del tractor y, una vez situado, hay que retirar la llave del contacto.
- Estacionar el tractor en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería y cerrar la cabina y el compartimiento del motor.

3.4.8. Cuchara bivalva



Es una máquina excavadora de cables, compuesta por una pluma de la cual pende una cuchara autoprensora. Es el aparato de excavación más antiguo conocido, encontrándose en dibujos de finales del siglo XVI. Formada generalmente de dos valvas o mandíbulas, articuladas en su parte superior, que ajustan una con otra por los bordes cuando se encuentran juntas, que pueden cerrarse para albergar los materiales excavados en el interior de la caja que forman en el momento de unirse y posteriormente se abren para dejar caer la carga. Se denomina también excavadora de almeja o de cuchara prensora. El sistema de accionamiento es de cable o hidráulico. Su uso es posible en la

construcción de los falsos túneles, aunque es más probable que se usen pilotadoras debido a una cuestión de costes.

1. Principales riesgos en el trabajo

Los riesgos a los que está sometido un operario de cuchara bivalva son:

- Caídas al subir y bajar de la cabina
- Recibir golpes o quedar atrapado con la carga cuando se mueve la cuchara.
- Caída de objetos sobre el conductor.
- Vuelco de la cuchara bivalva por acercamiento excesivo a zanjas, terraplenes, etc.
- Sobreesfuerzos por malas posturas forzadas y repetitivas, condiciones de los caminos de acceso a la zona de trabajo.

Otros riesgos inherentes a las condiciones de trabajo que le rodean son:

- Caídas debido a superficies mojadas o húmedas.
- Pisar materiales auxiliarse desordenados, objetos punzantes. Falta de orden y limpieza.
- Interferencias con otros trabajos.
- Atropello de trabajadores.
- Colisión con otras máquinas de la obra.

2. Medidas preventivas

- Respetar las normas establecidas en la obra respecto a la circulación, la señalización y el estacionamiento; respetar la velocidad y los viales de circulación de vehículos y personas. Debe conocer el estado de la obra: si hay zanjas abiertas, terraplenes, trazado de cables, etc.
- Debe conocer la altura de la máquina circulante y las zonas de altura limitada o vías excesivamente estrechas. Mientras circule la cuchara, ésta debe estar cerca del suelo y recogida.
- Debe cuidar del mantenimiento de los cables, que deben estar limpios, engrasados. Cuando vea que están deteriorados, los cambiará por unos nuevos.
- Cuando tenga que bajar o subir de la cabina lo hará frontalmente a ésta, utilizando los peldaños dispuestos a este fin, no bajará saltando. Tampoco lo hará si la cuchara está en movimiento.
- No se permite llevar personas en la cuchara ni utilizarla para levantar personas para acceder a trabajos puntuales.

- Cuando la cuchara esté trabajando, debe estar parada y con los frenos acoplados. No debe realizar movimientos bruscos, ni cuando se deja la cuchara ni al levantarla, para no disminuir la resistencia de los cables.
- Los productos excavados los debe descargar en lugares previamente prefijados o directamente en el camión. Extremar las precauciones cuando esté trabajando cerca de zanjas o terraplenes.
- Para evitar golpes cuando cargue camiones lo hará con precaución y sin que el conductor esté dentro.
- Cuando la máquina esté parada, apoyará la cuchara en el suelo, nunca la dejará levantada y pondrá calzos en las ruedas.
- No dejará el vehículo en rampas pronunciadas o en las proximidades de las zanjas.
- Evitará circular por zonas que superen una pendiente del 20% aproximadamente.
- Cuando circule en pendientes, debe ir con una marcha puesta, nunca en punto muerto. La cuchara bivalva debe disponer de señalización acústica de marcha atrás y señalización luminosa.
- Si en la zona de trabajo hay un exceso de polvo, se regará para mejorar la visibilidad.
- Dispondrá de Manual de Instrucciones y Mantenimiento.
- Después de circular por lugares con agua, comprobará el buen funcionamiento de los frenos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor las hará personal especializado previendo posibles proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendios por líquidos inflamables o quedar atrapado en la manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

3. Equipos de protección individual

- Debe utilizar calzado de seguridad, guantes de cuero, faja lumbar para evitar vibraciones, si es necesario, también utilizará protectores auditivos, visuales y máscaras antipolvo. Durante los trabajos fuera de la cabina dentro de la obra, utilizará el casco de seguridad y, en caso necesario, chaleco reflector.
- La cuchara bivalva debe disponer de cabina antivuelco para protegerlo del riesgo de quedar atrapado. Para ello, y para evitar daños por golpes, debe utilizar el cinturón de seguridad. La cabina ideal es la que protege contra la inhalación de polvo producido por el trabajador de la propia cuchara bivalva y que se introduce en los ojos; contra la sordera producida por el ruido de la cuchara bivalva u otras máquinas en los alrededores y contra el estrés térmico o la insolación en verano.

3.4.9. Pilotadora



1. Descripción

La pilotadora es una máquina usada para la perforación de suelos con el objetivo de construir pilotes. Hay distintos tipos de pilotadoras, pero debido a la configuración del terreno del que disponemos, usaremos una pilotadora de trépano rotatorio.

2. Medidas preventivas

- Para evitar los riesgos de estrés por retraso en la ejecución de la obra, atoramientos o falta de producción, está previsto, que las muelas del trépano estén siempre completas y en buen estado. Para evitar los riesgos de golpes y de atrapamientos, el Encargado y el Recurso preventivo vigilará que las operaciones de mantenimiento se realicen con el taladro tendido sobre el suelo; si fuere necesaria una reparación en suspensión, el taladro quedará inmovilizado por apoyo y acodalado de manera eficaz.
- Para evitar los riesgos por desprendimiento del trépano, golpes imprevistos y desequilibrios de la máquina, está prevista una vigilancia estrecha del Encargado, sobre el estado de todo el cableado de accionamiento y sustentación, instalación de mordazas y conservación de los protectores guardacabos de los lazos de atado.
- Para evitar los riesgos de golpes y atrapamiento de los trabajadores y los de impacto por proyección violenta de objetos, el Encargado y el Recurso preventivo vigilará que se cumpla con las siguientes condiciones preventivas:

- Si fuese necesario, el trépano se embocará verticalmente guiado por dos trabajadores sobre el lugar en el que se va a excavar, mediante el uso de cuerdas de control seguro de cargas suspendidas.
- Queda expresamente prohibido: el arrastre innecesario de la muela del trépano, y la permanencia de personas en un radio inferior a cinco metros, del entorno de la máquina durante su funcionamiento.
- Está expresamente definido el lugar de vertido de tierras excavadas procedentes de cada pilote, para facilitar su racional extracción posterior para su transporte al vertedero y evitar las superficies de tránsito irregulares o peligrosas.
- La zona de excavación de pilotes quedará cerrada al acceso expreso de cualquier trabajador o visitante, cuya presencia no sea necesaria para el proceso de excavación o para el control de la calidad de ejecución de la obra.
- Para evitar los riesgos de caída en el interior o tropiezo, una vez terminada la excavación del pilote se procederá a señalizar su entorno con un círculo hecho con cal o yeso blanco y cuyo diámetro será superior en 50 cm al diámetro del pilote.
- Si entre las operaciones de excavación, armado y hormigonado debe de transcurrir un tiempo superior a las seis horas, se procederá a tapar los agujeros de los pilotes con las tapas previstas para tal menester.
- Para evitar los riesgos de atrapamiento por vuelco de la máquina, está previsto que las pilotadoras estarán provistas de cabinas de seguridad homologadas, contra los vuelcos y los impactos. El Encargado y el Recurso preventivo comprobará que las protecciones de la cabina contra aplastamientos para cada modelo de pilotadora, son las diseñadas expresamente por el fabricante de cada modelo concreto y que no presentan deformaciones de haber resistido algún vuelco o impacto, para que se autorice el comienzo de los trabajos.
- Frente a los riesgos de intoxicación de los trabajadores, está previsto revisar periódicamente, todos los puntos de escape del motor para tener seguridad de que el maquinista no respira gases tóxicos en el interior de la cabina.
- Con el fin de responder de inmediato con la asistencia oportuna, está previsto que la pilotadora esté dotada de un maletín botiquín portátil de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para mantenerlo limpio interna y externamente.

- Para evitar la propagación de posibles incendios, está previsto que la pilotadora esté dotada de un extintor de incendios de polvo químico seco.
- Contra los riesgos por desorden de la obra, ejecución arbitraria y acopios descontrolados, El Encargado y el Recurso preventivo controlarán, que el pilotaje se realice en el orden secuencia y trazado diseñado en los planos de pilotaje.
- Para aviso de socorro y neutralizar la falta de auxilio en tajos solitarios, se establece el siguiente código de señales de seguridad, para comunicaciones entre el equipo perforador y los mandos ubicados en otro lugar con los siguientes códigos:

O Baliza luminosa intermitente "El trabajo se desarrolla con toda normalidad"

O Baliza luminosa fija "Se ha producido un accidente" "Se solicita ayuda urgente"

- Para subir o bajar de la cabina se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal fin. Se subirá asiendose con las dos manos y encarando la máquina.
- No se permitirá que las personas no autorizadas accedan a la máquina. Pueden lesionarse, o producir accidentes.
- No se trabajará con la pilotadora en situación de avería.
- Para evitar accidentes durante el mantenimiento, se apoyará el trépano en el suelo, pararán los motores, pondrá el freno de mano y bloqueará la máquina.
- No arrastre el trépano, no es seguro. Ícelo y transpórtelo en vertical sin balancear.
- No se debe permitir el trabajo o estancia de personas en el entorno de la pilotadora, pueden sufrir lesiones. Aleje a sus ayudantes hacia las zonas seguras.
- No se guardarán trapos grasientos ni combustible sobre la pilotadora, pueden originar incendios.
- En caso de calentamiento del motor, no se debe abrir directamente la tapa del radiador. Si se abre, el vapor desprendido puede causar graves lesiones.
- Se debe evitar tocar el líquido anticorrosión; si se debe hacer hacerlo, debe protegerse con guantes impermeables y gafas contra las proyecciones.
- El aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbiese únicamente una vez frío.
- No se debe fumar cuando se manipule en la batería, puede incendiarse; ni cuando se abastece de combustible. Los gases desprendidos son inflamables.
- No debe tocarse el electrólito de la batería con los dedos. Si se debe hacer por algún motivo, hágase protegido con guantes.
- Si se debe manipular por alguna causa el sistema eléctrico, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto, evitará el riesgo eléctrico por contacto con la corriente continua.

- Si se debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra máquina o camión, tomese precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables. La batería puede llegar a explotar por chisporroteos.

3.5. Medidas preventivas de la maquinaria para la manipulación de hormigón

3.5.1. Camión hormigonera

1. Características

- Vehículo automotor utilizado para el transporte de hormigón fresco equipado con bombo tónico, que gira sobre un eje inclinado y reposa sobre el chasis del vehículo mediante soportes y rodillos.
- El camión hormigonera está formado por una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso. En algunos modelos, a su vez, el vertido de hormigón se realiza por el sistema de bombeo.

2. Riesgos

De carácter general:

- Riesgo de vuelco.
- Riesgo de incendio por cortocircuitos.
- Riesgo de deslizamiento del vehículo.

Los relativos durante la carga y descarga:

- Proyección de partículas de hormigón sobre la cabeza y cuerpo del conductor al no ser recogidos por la tolva de carga.
- Golpes en la cabeza al desplegar la canaleta.
- Golpes en los pies al transportar las canaletas auxiliares o al proceder a unir las a la canaleta de salida por no seguir normas de manutención.
- Golpes a terceros situados en el radio de giro de la canaleta al no fijar esta última y estar personas ajenas próximas a la operación de descarga de hormigón.
- Agrupamientos.

Los relativos al transporte:

- Riesgo de golpes a terceros con la canaleta de salida al desplegarse por mala sujeción, o rotura de la canaleta.
- Caída de hormigón por la tolva al haberse llenado excesivamente.

- Atropellos, agrupamientos y vuelcos.

Durante el mantenimiento:

- Riesgo de caída de altura.
- Riesgo de estrés acústico en trabajos en el interior de la cuba con martillo neumático utilizado para romper el posible hormigón fraguado.
- Riesgo de resbalones y caídas durante las operaciones de engrase.
- Heridas y rasguños en los bordes agudos del vehículo.
- Lesiones en manos y cabeza por las pistolas a alta presión.

2. Utilización

- Aquí, son de aplicación las medidas preventivas expresadas para las máquinas en general y los camiones de transporte de materiales:
- Antes de introducir el vehículo en una obra, se hará estudio general del lugar del terreno y de la posible existencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o de baja tensión, igualmente aéreas.
- A fin de evitar vuelcos, atropellos, deslizamientos, etc., las vías de circulación de la obra no tendrán curvas pronunciadas ni pendientes de más del 16%.
- Se utilizarán tablonos o chapas de palastro para salvar irregularidades o zonas blandas del terreno de paso.
- Al borde de la excavación deberán colocarse topes que mantengan la distancia del camión a la misma, como mínimo que sea igual a la altura de excavación.
- Si se emplea cangilón para la distribución del hormigón a los tajos, ningún operario se debe colocar entre la zona donde descansa el cubilote y el camión o paramento.
- El cubilote debe asentarse en el terreno sobre dos tablonos a modo de durmientes que eviten el atrapamiento de los pies.
- En caso de contacto con una línea aérea de alta tensión, el conductor debe saltar al exterior de la cabina mediante salto de espaldas a la misma y con los pies juntos, continuando en tierra saltando de igual forma hasta que se encuentre fuera de peligro.
- La manipulación del canal de derrame del hormigón al tajo se deberá hacer con precaución, prestando total atención a fin de evitar golpes contra dicho canal.
- Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión hormigonera, el conductor deberá:
 - Poner el freno de mano.
 - Engranar una marcha corta.
 - Bloquear las ruedas con calzos, caso de ser necesario.
 - Retirar las llaves de contacto y enclavamiento que permanecerán siempre bajo su custodia.

3. Mantenimiento/conservación

- La máquina deberá ser portadora de la documentación del fabricante, importador o suministrador en lengua castellana, donde se recojan las características de la máquina y revisiones (en tiempo y en forma), debiendo encontrarse actualizada y revisada.
- Periódicamente será necesaria la revisión de los mecanismos de la hélice a fin de evitar pérdidas de hormigón en los desplazamientos.
- Regularmente se revisara el apriete de tornillos en escaleras, aros quitamiedos, plataforma de inspección de la tolva, barandilla, protecciones y engranajes, y transmisiones, al igual que sus protecciones.
- Diariamente se comprobarán los niveles y estanqueidad de juntas y manguitos.

3.5.2. Hormigonera

1. Características

- Máquina utilizada para la fabricación de hormigón o mortero previo mezclado de los componentes que los integran, tales como áridos, cemento y agua, básicamente.
- Se compone de chasis y recipiente cilíndrico que gira en un eje central graduable en inclinación, movido por un motor, generalmente eléctrico, a través de correas y piñón que engrana en una corona instalada en el vientre del cilindro.

2. Utilización

- El operario debe utilizar en todo momento el casco de seguridad y gafas, a fin de protegerse de la proyección de partículas.
- En tiempo lluvioso y cuando se haga la limpieza de la cuba, el operario hará uso del traje de agua.
- Nunca se introducirá la pala en la cuba cuando esta se encuentre en marcha.
- Cuando se hagan trasvases del cemento del silo o de los sacos a la hormigonera, será utilizada mascarilla anti polvo.
- La profesionalidad, la formación, el orden y el bien hacer, son las bases de la seguridad.
- La zona de trabajo estará acotada, ordenada, libre de obstáculos y de elementos innecesarios.
- El mando de puesta en marcha y parada estará situado de forma fácil de localizar, de modo que no pueda accionarse accidentalmente su puesta en marcha, que sea fácil de acceder para su parada y no esté situado junto a órganos móviles que puedan producir atrapa miento. Estará protegido contra el agua y el polvo.

- Los órganos de transmisión, correas, poleas, piñones, etc., estarán protegidos y cubiertos por carcasas.
- Se establecerá un entablado de 2 x 2 metros para superficie de apoyo del operario, al objeto de reservarlo de humedades e irregularidades del suelo.
- Las hormigoneras estarán dotadas de freno de bascula mienta del bombo, para evitar los esfuerzos y movimientos descontrolados.

3. Mantenimiento/conservación

- El mantenimiento se realizara siempre con el motor parado.
- Deberá aplicarse el mantenimiento que el fabricante, importador o suministrador indique en la documentación que obligatoriamente debe entregar al empresario y este pedir a los anteriores, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley 31/1995.
- Diariamente debe limpiarse la máquina, especialmente la cuba, a fin de evitar incrustaciones.
- Protección de los elementos móviles (motor, correas, corona, piñón).
- Puesta a tierra de masas metálicas.
- Delimitación del entorno de trabajo de la hormigonera para evitar agrupamientos o golpes.
- Prohibida la introducción de herramientas en la hormigonera mientras se encuentre en funcionamiento.
- Mangueras eléctricas protegidas (enterradas bajo tubo rígido o elevadas) con transmisión de fase de tierra y con clavija homologada.
- Al menos una vez a la semana se comprobará el funcionamiento completo de los dispositivos de bloqueo del cubo, así como el estado de los cables y accesorios.
- Se debe dividir mediante pared impermeable la zona eléctrica de la instalación de agua.
- Dado el peligro que pueden suponer los contactos indirectos en esta máquina, sin duda debe poseer conexión a un interruptor automático diferencial de sensibilidad 300 ms.

3.5.3. Máquinas para el bombeo de hormigón

1. Características

- Será necesario estudiar la accesibilidad del sistema al lugar de la obra, su estacionamiento en lugares públicos y las incidencias sobre terceros, así como la influencia de los camiones-hormigonera de suministro, adoptándose las medidas de protección, señalización y reservas.
- Serán tenidas en cuenta (y suministrada esta información a la subcontrata de bombeo de hormigón), las distancias horizontales y de altura máxima de suministro, procurándose el máximo acercamiento al tajo.

2. Utilización

- La máquina se asentará sobre base firme, regular y con la máxima horizontalidad posible. En su disposición de trabajo, siempre estará fijada al suelo mediante sus estabilizadores delanteros y traseros, dispuestos estos sobre firme o durmientes repartidores.
- Los órganos alimentadores de hormigón para los medios de impulsión estarán protegidos mediante rejilla que impida el acceso a ellos durante su funcionamiento.
- Cuando se utilice mástil de distribución deberá prestarse especial atención a su radio de influencia, tanto vertical como horizontal. Para este sistema es fundamental asegurar su estabilidad en la base del vehículo que lo porta.
- Para determinar los diámetros de la tubería de transporte, deberá ser tomada en cuenta la tipología del árido, guardando para ello la relación del diámetro de la tubería siguiente:
 - Diámetro máximo árido rodado en mm 2S 30 3S 40 50 60
 - Diámetro máximo árido machacado en mm 20 2S 28 30 3S 4S
 - Diámetro tubería transporte en mm 80 100 112 125 150 180
- En el trazado de la red de tubería de transporte de bombeo se debe cumplir la relación siguiente:
 $SH + D$
 $+ 10C1 + SC2 = 300$ m donde una elevación
- H en metros, una distancia horizontal D, C1 codos de abertura 90° y C2 codos de abertura 135°. Para más de 300 m o más de una distancia equivalente dada por la fórmula anterior, es aconsejable el empleo de una bomba-relevo que recoja el hormigón a través de un amasador.
- El grupo de bombeo estará de acuerdo con las necesidades de hormigonado, lo cual presupone conocer los siguientes datos:
 - Rendimiento útil deseado, en m³/h.
 - Capacidad de la tolva receptora, en litros.
 - Presión máxima en el hormigón, en kg/cm².
 - Distancia máxima de bombeo, en metros.
 - Altura máxima de bombeo, en metros.
 - En caso de utilizar la pluma, campo de rotación y Angulo máximo de inclinación, en grados.
 - Disponiendo el equipo para las prestaciones solicitadas, será cuestión de inicio para tratar su seguridad en orden a sus funciones.
- Para evitar anomalías en el funcionamiento y principalmente atascos en la red de distribución, que puedan motivar riesgo de accidente, el hormigón a bombear ha de cumplir lo siguiente:

- La consistencia deberá ser plástica o blanda con granulometría que comprenda bastantes finos. Se utilizarán, a ser posible, áridos rodados, por presentar menor resistencia al roce que los obtenidos por machaqueo mecánico.
- Los hormigones tratados con aditivos que modifiquen sus propiedades en fresco, que les dan mayor plasticidad, menor segregación y mayor docilidad, son más fáciles de bombear.
- El grado de firmeza de un cemento y su cantidad influyen en la docilidad del hormigón, aumentando este al incrementar aquellos valores. El hormigón para bombear debe ser rico en cemento.
- El tiempo de amasado, su correcta ejecución y la hormigonera son factores a tener en cuenta para mejorar la docilidad del hormigón.
- El valor de la medida de la consistencia con el cono de Abrams no será inferior a 6 cm.
- Para poder obtener un normal funcionamiento y con motivo de evitar algún tipo de acción que pueda ser origen de riesgo de accidente, será necesario tener en consideración lo siguiente en cuanto al transporte y vertido del hormigón:
 - Se consigue mejor transporte con tuberías en rampas que con las tuberías en pendientes, en las que los elementos gruesos se precipitan más rápido que el resto, produciéndose una segregación que da lugar a obstrucciones en las tuberías y exige el desmontaje de la zona atascada para su correcta limpieza. Puede evitarse este fenómeno con una granulometría y consistencia adecuadas del hormigón.
 - Cuando las temperaturas del ambiente sean altas es necesario proteger las tuberías o regarlas periódicamente.
 - Cuando se detiene la bomba voluntaria o accidentalmente, durante algún tiempo, hay que limpiar de inmediato y a fondo las canalizaciones.
 - Antes de iniciar el bombeo del hormigón se debe bombear mortero fluido, el cual ejerce misión de lubricante para ayudar al posterior transporte y evitar atascos en las tuberías.
 - Al finalizar el bombeo de hormigón, antes de detener la bomba, se debe enviar a través de la tubería una lechada de cemento y a continuación agua, frotándola después con la bola de gomaespuma empujada por aire comprimido, para su total limpieza y procurando que el agua de limpieza se drene antes de verterla a la red pública de saneamiento.
 - La velocidad media del hormigón bombeado en el interior de la tubería debe ser del orden de 10 metros por minuto.
 - Se debe evitar al máximo la colocación de codos y, en caso necesario, procurar utilizar los de menor cuantía.

- Los vértices en los cambios de sentido de la tubería deben ser retacadas para evitar su desplazamiento debido a la fuerza tangencial, que se produce como consecuencia de la presión de trabajo, cuyo valor alcanza, según la bomba, 160 kg/cm².
- Para obtener un hormigón homogéneo conviene repartir la masa del hormigón al verterlo, no depositando toda la masa en un punto en la confianza de que por sí misma vaya escurriendo y rellenando el encofrado. Con ello se evita la segregación del agua y de los finos y también se evitan sobrepresiones en los encofrados.
- No se verterá el hormigón en caída libre desde altura considerable, ya que produce inevitablemente la segregación y, además, presiones no controladas sobre los elementos de encofrado, con lo que puede sobrevenir el derrumbe. El vertido debe hacerse desde pequeña altura y en vertical.
- No deberá arrojarse el hormigón, una vez vertido, con pala a gran distancia o distribuirlo con rastrillos o hacerlo avanzar más de 1 m dentro de los encofrados.

Además de problemas de disgregación, puede existir riesgo de salpicadura y atropello.

- Es necesario ejecutar los encofrados bajo estas premisas. Los encofrados improvisados pueden ser origen de derrumbes o colapso, con graves daños personales o materiales.
- La operación de vertido de hormigón, sea cual fuere su sistema, viene condicionada por los medios auxiliares a utilizar: plataformas, andamios, tolvas, cubas, etc. Todos ellos deberán ser los adecuados para el trabajo concreto y estar en buenas condiciones de uso.
- Todos los elementos móviles que presenten riesgo de atrapa miento estarán protegidos mediante resguardos. Los de sistema hidráulico poseerán dispositivos de seguridad que impidan la caída brusca del elemento por ellos accionado.

3. Mantenimiento/conservación

- Se procederá a la limpieza del sistema una vez finalizado el trabajo de bombeo. Las materias adheridas y el resto de estas en operaciones sucesivas son origen de deterioro del sistema, obstrucciones, reventón de conducciones, etc., cuyo alcance puede originar daños personales.
- Se procederá al lubricado de la red de tubería mediante lechada de mortero antes de iniciar el bombeo de hormigón.
- Se prestara especial atención al desgaste de las piezas debido al roce del hormigón, sustituyéndolas en su caso.
- Los sistemas hidráulicos serán vigilados con asiduidad.
- Las uniones de tuberías serán revisadas en cada puesta.

- Se establecerá un programa de revisión general y se fijará una asiduidad de revisión completa al menos semestral.

4. Cuestiones a tener en cuenta por el personal que utilice el sistema.

- El personal de manejo deberá estar especializado en la máquina y adiestrado en los movimientos, verticales y horizontales, necesarios para alcanzar el punto de vertido.
- El personal, en el bombeo de hormigón, debido a la suciedad de este trabajo, deberá hacer uso de ropa de trabajo adecuada.
- Utilizarán los EPI necesarios para evitar el contacto directo con el hormigón: guantes, botas de cana alta y gafas protectoras contra salpicaduras.
- Ante el riesgo de caída o de proyección violenta de objetos sobre la cabeza o de golpes, será obligatorio el uso del casco protector de seguridad.
- En los trabajos de altura con riesgo de caída serán obligatorias las adecuadas protecciones colectivas o, en su defecto, será preceptivo el uso de cinturón de seguridad, teniendo en cuenta el punto de anclaje y su resistencia.
- Se deberá cuidar el orden y limpieza correctos, de acuerdo con la generalidad de la obra y el desarrollo puntual de esta fase de trabajo.
- Se delimitarán las zonas de vía pública que puedan ser afectadas por la instalación y ejecución del bombeo de hormigón.
- La distribución de los distintos elementos que componen la instalación de bombeo se efectuará de forma que no comprometa la estabilidad ni integridad física de las personas.
- Cuando se produzca atasco en la red, se paralizará de inmediato el bombeo y se procederá al desmontaje y desatasco del tramo correspondiente, teniendo en cuenta, con anterioridad, reducir la presión a que está sometida la tubería.
- En la operación de limpieza es obligatorio disponer en el extremo de la salida la pieza llamada "recupera-bola" a modo de bozal. El personal deberá permanecer fuera de la línea de proyección de la bola de limpieza, aun cuando se utilice el bozal.
- Se hará uso correcto de todos los elementos de instalación, no improvisando, como puede ser, a título de ejemplo, la sustitución de la bola de limpieza por un trozo cualquiera de gomaespuma.

- Para la operación de vertido, el manejo de la punta de manguera se realizara al menos por dos operarios auxiliándose de cuerdas tirantes para su gobierno y para evitar, de esta forma, el efecto látigo que pueda producir la presión en la manguera.

3.5.4. Tolva de carga

Es una pieza en forma de embudo, situada en la parte trasera superior del camión. Las dimensiones mínimas deben ser 900 por 800 mm para evitar la proyección de partículas de hormigón.

3.5.5. Escalera de acceso a la tolva:

- Debe estar construida con material sólido y antideslizante. Se colocara un seguro para evitar balanceos. Dotada de una plataforma en la parte superior dotada de un aro quitamiedos a 90 cm de altura sobre ella. Las dimensiones aproximadas serán de 400 por 500 mm.
- La escalera solo deberá emplearse para trabajos de conservación, limpieza e inspección por un solo operario y colocando los seguros.

3.5.6. Vibradores eléctricos para hormigones

- Los vibradores de origen eléctrico tendrán una protección de aislamiento eléctrico doble, de grado S, y figurara en su placa de características el anagrama correspondiente de lo que posee.
- El cable de alimentación estará protegido y dispuesto de modo que no presente riesgo al paso de personas.
- En los vibradores por combustibles líquidos se tendrá en cuenta el riesgo que se derive de la inflamabilidad del combustible.

Utilización

- El manejo del vibrador se hará siempre desde una posición estable sobre una base o plataforma de trabajo segura, nunca sobre bovedillas o elementos poco resistentes.
- Cuando el trabajo se realice en zonas de riesgo de caída de altura se dispondrá de la protección colectiva adecuada y, en su defecto, se hará uso correcto del cinturón de seguridad de caída homologado.

- El operario que maneje el vibrador hará uso de botas aislantes de goma, de cana alta y suelas antideslizantes.
- Nunca se deberá acceder a los órganos de origen eléctrico de alimentación con las manos mojadas o húmedas.

Mantenimiento/Conservación

- Terminado el trabajo se limpiará el vibrador de las materias adheridas, previamente desconectado de la red.
- Se revisará las conexiones de la manguera eléctrica a la máquina y a la clavija.

3.5.7. Sobre el trabajo de los operarios

- Estará prohibida la permanencia de trabajadores en la vertical, durante la carga y descarga del depósito.
- Los trabajos en el interior, ya sean de limpieza o reparación, serán por el tiempo imprescindible; los operarios irán enganchados al cinturón de seguridad y estarán siempre ayudados desde el exterior.
- No trabajara nunca un operario en solitario. Debe extremarse la información al personal sobre los riesgos.
- Se regara con agua abundante las superficies en que se deposite polvo de cemento.
- Se intensificara la limpieza y aseo de los operarios con jabón neutro antes y después del trabajo.
- Se realizará una vigilancia específica y continua sobre la salud del trabajador, en relación con las enfermedades derivadas de los riesgos reseñados.

Equipos de protección individual

Como equipo de protección individual, será obligatorio el uso de ropa cerrada, botas de seguridad, mascarillas, y guantes dobles (de algodón en el interior y de goma).

3.6. Plataformas elevadoras móviles de personas

1. Características

- La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma; está constituida como mínimo por una plataforma de trabajo con órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis. Existen plataformas sobre camión

articuladas y telescópicas, autopropulsadas de tijera, autopropulsadas articuladas o telescópicas y plataformas especiales remolcables, entre otras.

- Las PEMP se dividen en dos grupos principales:
 - O Grupo A: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad (c.d.g.) de la carga esta siempre en el interior de las líneas devuelco.
 - O Grupo B: Son las que la proyección vertical del c.d.g. de la carga puede estar en el exterior de las líneas de vuelco.
- En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:
 - O Tipo 1: La traslación solo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
 - O Tipo 2: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada solo puede ser mandada por un órgano situado en el chasis.
 - O Tipo 3: La traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada puede ser mandada por un órgano situado en la plataforma de trabajo.

2. Utilización

- En el uso de las plataformas elevadoras es necesario conocer y respetar siempre las disposiciones legales de seguridad, así como las instrucciones del fabricante y del alquilador, en su caso. Conviene no olvidar que las plataformas aéreas de trabajo están diseñadas y fabricadas para elevar personas con sus herramientas manuales de trabajo, quedando prohibida la elevación de cargas con estos equipos.
- Hay que tener en cuenta que existen en el mercado diferentes modelos de plataformas elevadoras cuya selección vendrá determinada por la actividad que se pretenda realizar. Las instrucciones recogidas en el presente documento tienen un carácter de información general, siendo necesario consultar las instrucciones del fabricante.
- No elevar la plataforma con fuertes vientos, condiciones meteorológicas adversas, ni haciendo uso de una superficie inestable o resbaladiza.
- Nivelar perfectamente la plataforma utilizando siempre los estabilizadores cuando existan. En estos supuestos no se deberá elevar la plataforma a menos que la base y las patas estén correctamente instalados y los puntos de apoyo fijados en el suelo.
- No mover la máquina cuando la plataforma este elevada, salvo que este específicamente diseñada para ello.

- No situar ni colgar ninguna carga que suponga un sobrepeso en ninguna parte de la máquina.
- No alargar el alcance de la máquina con medios auxiliares. En particular, no situar escaleras ni andamios en la plataforma o apoyados en ninguna parte de la máquina.
- No alterar ni desconectar componentes de la máquina que puedan afectar su estabilidad y/o seguridad. En particular, no reemplazar piezas importantes para la estabilidad por otras de peso y especificaciones distintas. Use solamente piezas de recambio autorizadas por el fabricante.
- No sentarse, ponerse de pie o montarse en las barandillas de la cesta. Mantener en todo momento una posición segura en la base de la plataforma.
- No salir de la plataforma cuando esta se encuentre elevada.
- No subir o bajar de la plataforma con esta en movimiento. No trepar nunca por los dispositivos de elevación.
- Cuando se trabaje en altura, cuidar de mantener las distancias de seguridad con respecto de las redes eléctricas de acuerdo con las regulaciones existentes.
- Tener cuidado con los riesgos de choque, en particular cuando se tienen las manos en las barandillas de la cesta.
- En caso de disponer de cuadro de mandos en su base, en el manejo de la plataforma desde ese punto, sepárese de la máquina para evitar que le dañe en subajada.
- Se prohibirán trabajos debajo de las plataformas, así como en zonas situadas por encima de ellas, mientras se trabaje en dichas plataformas. En el suelo, la zona que queda bajo la máquina y sus inmediaciones, se acotara para impedir el tránsito, con el fin de evitar la posible caída de objetos y materiales sobre las personas.
- No bajar la plataforma a menos que el área de debajo se encuentre despejada de personal y objetos.
- Vigilar y suprimir cualquier obstáculo que impida el desplazamiento o elevación, dejando espacio libre sobre la cabeza.
- No sujetar la plataforma ni los ocupantes a estructuras fijas para evitar su enganche.
- Conducir con suavidad y evitar los desplazamientos con exceso de velocidad.
- No dejar nunca la máquina desatendida o con la llave puesta para asegurarse de que no haya un uso no autorizado.
- Evitar el uso de plataformas con motor de combustión en lugares cerrados, salvo que estén bien ventilados.
- El uso de la máquina deberá quedar reservado al personal debidamente autorizado y cualificado.

3. Mantenimiento/conservación

- Antes de efectuar ajustes o reparaciones hay que desconectar la alimentación de todos los controles y asegurarse de que todas las funciones estén bloqueadas contra algún movimiento inesperado.
- Los trabajos de mantenimiento se realizarán con la plataforma replegada, de no ser posible hay que sostenerla con puntales, bloques o apoyos.
- Desconectar las baterías cuando se da mantenimiento a los componentes eléctricos o al soldar.
- Apagar el motor de combustión mientras se llenan los tanques de combustible.
- Asegurarse de que las piezas y componentes de repuesto son idénticos o equivalentes a los originales.
- No intentar mover piezas pesadas sin la ayuda de un dispositivo mecánico.
- En las labores de mantenimiento hay que quitarse los anillos, relojes de pulsera u otros artículos de joyería; no usar ropa suelta, ni llevar el cabello largo suelto para evitar que queden enredados en el equipo.
- No alterar el equilibrio de la plataforma retirando contrapesos o partes del conjunto, porque ello generaría inestabilidad en la máquina.
- Se realizarán inspecciones periódicas de frecuencia anual de cada uno de los componentes de la plataforma elevadora por técnico cualificado y acreditado.

4. Revisión de la máquina

- Comprobar niveles, baterías (debe tenerse cuidado con las chispas de soldadura), partes móviles, ruedas, neumáticos, controles y mandos.
- No mover la máquina cuando la plataforma esté elevada, salvo que esté específicamente diseñada para ello.
- No situar ni colgar ninguna carga que suponga un sobrepeso en ninguna parte de la máquina.
- No alargar el alcance de la máquina con medios auxiliares. En particular, no situar escaleras ni andamios en la plataforma o apoyados en ninguna parte de la máquina.
- No alterar ni desconectar componentes de la máquina que puedan afectar su estabilidad y/o seguridad. En particular, no reemplazar piezas importantes para la estabilidad por otras de peso y especificaciones distintas. Use solamente piezas de recambio autorizadas por el fabricante.
- No sentarse, ponerse de pie o montarse en las barandillas de la cesta. Mantener en todo momento una posición segura en la base de la plataforma.
- No salir de la plataforma cuando esta se encuentre elevada.
- No subir o bajar de la plataforma con esta en movimiento. No trepar nunca por los dispositivos de elevación.
- Cuando se trabaje en altura, cuidar de mantener las distancias de seguridad con respecto de las redes eléctricas de acuerdo con las regulaciones existentes.

- Tener cuidado con los riesgos de choque, en particular cuando se tienen las manos en las barandillas de la cesta.
- En caso de disponer de cuadro de mandos en su base, en el manejo de la plataforma desde ese punto, sepárese de la máquina para evitar que le dañe en subajada.
- Se prohibirán trabajos debajo de las plataformas, así como en zonas situadas por encima de ellas, mientras se trabaje en dichas plataformas. En el suelo, la zona que queda bajo la máquina y sus inmediaciones, se acotara para impedir el tránsito, con el fin de evitar la posible caída de objetos y materiales sobre las personas.
- No bajar la plataforma a menos que el área de debajo se encuentre despejada de personal y objetos.
- Vigilar y suprimir cualquier obstáculo que impida el desplazamiento o elevación, dejando espacio libre sobre la cabeza.
- No sujetar la plataforma ni los ocupantes a estructuras fijas para evitar su enganche.
- Conducir con suavidad y evitar los desplazamientos con exceso de velocidad.
- No dejar nunca la máquina desatendida o con la llave puesta para asegurarse de que no haya un uso no autorizado.
 - Evitar el uso de plataformas con motor de combustión en lugares cerrados, salvo que estén bien ventilados.
 - El uso de la máquina deberá quedar reservado al personal debidamente autorizado y cualificado.

3.7. Sierra de disco tronzadora

1. Características

Máquina ligera, utilizada para el corte y preparación de piezas especiales de ladrillo, corte de mármol y toda clase de elementos duros, utiliza la vía húmeda y, por tanto, eleva el peligro de toda sierra por contactos eléctricos indirectos.

2. Utilización

- La máquina debe ser utilizada solo y exclusivamente por personal experto y autorizado.
- Antes de proceder a cortar una pieza, debe ser examinada.
- No deberá ser utilizado disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.
- Antes de utilizar la máquina debe comprobarse el perfecto afilado del útil, su fijación y la profundidad del corte deseado.
- El disco debe ser desechado cuando se haya reducido 1/5.
- El disco utilizado se corresponderá con las revoluciones de la máquina.
- Se regularán correctamente los dispositivos de protección.

- Se comprobará el eje de giro del disco de corte y de las condiciones de trabajo de la hoja.
- Carcasa de protección de elementos móviles (disco, poleas, etc.)
- El funcionamiento del chorro de agua es fundamental para, además de enfriar el disco, eliminar gran parte del polvo que se origina en el corte, por tanto, debe ser revisado su funcionamiento.
- Los operarios deben usar gafas, mascarilla, guantes impermeables, mandil impermeable, botas impermeables y protectores auditivos.
- El interruptor de corriente debe estar protegido y ser estanco. Estará situado cerca del punto de trabajo, pero que no pueda ser accionado de modo fortuito.
- El operario que maneje la máquina deberá estar cualificado para ello y será, preferiblemente, fijo en este trabajo.

3. Mantenimiento/conservación

- Como mínimo, se comprobarán semanalmente las condiciones en que se encuentra el disyuntor.
- La disposición y funcionamiento de todas las protecciones de seguridad serán revisadas periódicamente.

3.8. Sierra circular

1. Características

- Máquina ligera, compuesta de mesa fija con una ranura en el tablero que permite la acción de un disco de sierra, un motor y un eje porta-herramientas.
- La transmisión puede ser por correa o fija (directamente del motor al disco); en el caso anterior, puede ser regulable, circunstancia que no es posible en el segundo.

2. Utilización

- La máquina debe ser utilizada solo y exclusivamente por personal experto y autorizado.
- Antes de proceder a cortar una madera, debe ser examinada a fin de comprobar si posee puntas o clavos que deberán ser eliminados.
- No deberá ser utilizado disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.
- El punto de corte estará siempre protegido mediante la carcasa cubre disco, regulada en función de la pieza a cortar. Bajo ningún concepto deberá eliminarse esta protección.
- Para el corte de madera, a la salida del disco se dispondrá un cuchillo divisor regulable, también son recomendables otras protecciones, tales como: guías de longitud, empujadores frontales, laterales, etc.

- Antes de utilizar la máquina debe comprobarse el perfecto afilado del útil, su fijación, la profundidad del corte deseado y la distancia del cuchillo divisor.
- Es conveniente aceitar la sierra de vez en cuando para evitar que se desvíe al encontrar cuerpos duros o fibras retorcidas.
- Nunca se empujara la madera con los dedos pulgares extendidos.
- El disco debe ser desechado cuando se haya reducido 1/5.
- El disco utilizado se corresponderá con las revoluciones de la máquina.

3. Mantenimiento/conservación

- Todas las operaciones de mantenimiento, reparación o limpieza se harán a máquina parada y desconectada de la red eléctrica y siempre por personal cualificado.
- Se regularan correctamente los dispositivos de protección.
- Se comprobará el eje de giro del disco de corte y de las condiciones de trabajo de la hoja.
- Como mínimo, se comprobarán semanalmente las condiciones en que se encuentra el disyuntor.

3.9. Pistola impulsadora fija clavos o clavadora

1. Características

- Es una herramienta utilizada para la fijación de piezas de diversos tamaños, necesarias para el anclaje de tuberías, conductos, etc., y cuya fuerza propulsora es generada por una carga explosiva.
- Existen dos clases:
 - De impulsión directa: cuando los gases de la carga explosiva clavan directamente en elemento de fijación. El clavo y la carga explosiva se introducen por el extremo posterior del canon; con el aparato descargado y desmontado en posición de carga, es posible mirar a través del canon.
 - De impulsión indirecta: en los que una masa transmite a la pieza a fijar la energía cinética originada en la explosión. Por la acción de la energía cinética la velocidad de salida del proyectil disminuye parcialmente; a este tipo de impulsión se le denomina también de velocidad reducida. La carga explosiva se introduce por la parte posterior y el clavo por la boca del canon; con el aparato descargado y desmontado en posición de carga, no es posible la visión a lo largo del canon por impedirlo el bute rola.

- Aunque evidentemente las pistolas de tiro o impulsión indirecta son menos peligrosas que las de tiro directo, no obstante es indispensable respetar un determinado número de reglas de seguridad en el manejo de estas herramientas.

2. Utilización

- Se seguirán cuidadosamente las instrucciones del fabricante, especialmente en lo referente a:
 - O Normas a seguir cuando el cartucho no haya hecho explosión tras un disparo. Si la carga no explosiona, se mantendrá el canon apoyado contra la superficie de trabajo en posición de tiro, rearmando la herramienta y realizando el disparo. Si la carga explosiva o impulsor falla por segunda vez, se mantendrá la pistola al menos durante 20 segundos en la posición de trabajo; el operario esperara dos minutos antes de quitar la carga. Transcurrido este tiempo para quitar la carga, el canon no será dirigido hacia uno mismo o a otras personas manteniéndose en posición oblicua hacia el suelo y alejado del cuerpo del trabajador.
 - O Uso de protectores-base para cada caso concreto.
 - O Elección de cartucho y tipo de clavos para cada material-base en el que clavar. Para ello se comprobará, previamente, el citado material base y su espesor.
- No debe usarse en recintos en los que pueda haber vapores explosivos o inflamables.
- No se efectuarán fijaciones a menos de 10 cm del borde de elementos de hormigón o fábricas sin reforzar.
- Cuando el operario no la utilice, tendrá siempre la herramienta con el canon hacia abajo.
- El operario utilizará gafas con montura y oculares contra impactos y aquellas otras que sean necesarias según el trabajo a desarrollar.
- El operario tendrá al menos 18 años, estará cualificado, es decir, conocerá perfectamente el uso del aparato, las instrucciones facilitadas por el fabricante y las medidas de seguridad a tomar, asimismo será capaz de desmontarla para su limpieza y posterior montaje.

3. Mantenimiento/conservación

- Se limpiará según el numero de fijaciones y en función de lo que estipula el fabricante, pero al menos una vez por semana.
- La limpieza se realizara según determine el fabricante para cada modelo.
- Es conveniente que la herramienta sea sometida una vez al año, a revisión por el fabricante.

3.10. Equipo de soldadura eléctrica por arco

1. Características

- La soldadura al arco es un proceso de unión de metales por calentamiento con uno o más arco eléctricos y con el empleo o sin el de metal de aportación.
- Los dos bornes de una fuente de corriente eléctrica van enlazados con conductores, por una parte a la pieza y por la otra al metal de aportación (electrodo).
- Mientras no exista contacto entre el electrodo y la pieza, no pasara corriente. El circuito quedara abierto.
- Si el electrodo toca la pieza, provoca el paso de una corriente eléctrica llamada cortocircuito, provocando un calentamiento general del circuito, localizándose donde el contacto es mas imperfecto.
- Si el electrodo se separa unos milímetros de la pieza, la corriente pasa a través del aire convertido en conductor, produciéndose un arco eléctrico. El extremo del electrodo se funde en gotitas que son transportadas por el arco a la pieza.
- Se utilizarán cables con aislamiento de alta calidad.
- Para evitar que los cables estén por el suelo entorpeciendo el paso de personas y vehículos, se podrán suspender de algún soporte.
- No deben entrar en contacto con agua o aceite ni tampoco en el fondo de las zanjas. Si hubiera que empalmar cables, se usaran conectores, con el aislamiento adecuado.
- La pinza porta-electrodo permitirá mantener el electrodo en la mano sin gran esfuerzo; debe ser ligera y buena conductora de la electricidad, pero muy bien aislada eléctrica y caloríficamente.
- La toma de masa será robusta. Asegurara un contacto eléctrico constante con la pieza a soldar. La escoria de las piezas se eliminara con un martillo piqueta y un cepillo metálico.
- Es necesario destacar que el arco eléctrico emite rayos ultravioletas (invisibles y nocivos), rayos infrarrojos (invisibles, calor) y rayos luminosos (visibles y deslumbrantes).
- El transformador de soldadura es una máquina estática que transforma la corriente alterna de una tensión en otra de las mismas características.
- Puede ser de regulación magnética, cuando la mayor o menor intensidad para soldar se obtiene al aumentar o disminuir la separación del entrehierro del núcleo, al girar el volante.
- Se denomina de clavijas, cuando la mayor o menor intensidad para soldar se obtiene tomando más o menos espiras del secundario, variando la posición de la clavija.
- La alimentación de los grupos de soldadura se hará a través de cuadro de distribución, cuyas condiciones estarán adecuadas a lo exigido por la normativa vigente.

- En el circuito de alimentación debe existir un borne para la toma de tierra a la carcasa y a las partes que normalmente no están bajo tensión. El cable de soldadura debe encerrar un conductor a la clavija de puesta a tierra de la toma de corriente.

2. Utilización

- Es obligatorio para el operario que realice trabajos de soldadura el uso correcto de los equipos de protección individual (pantallas, guantes, mandiles, calzado, polainas, etc.). Esta norma también es de aplicación al personal auxiliar afectado.
- El operario y personal auxiliar en trabajos de soldadura no deberán trabajar con la ropa manchada excesivamente de grasa.
- Antes del inicio de los trabajos se revisará el conexionado en bornes, las pinzas porta electrodos, la continuidad y el aislamiento de mangueras.
- Queda prohibido el cambio de electrodo en las condiciones siguientes: a mano desnuda, con guantes húmedos y sobre suelo conductor mojado.
 - No se introducirá el porta electrodo caliente en agua para su enfriamiento.
 - El electrodo no deberá contactar con la piel ni con la ropa húmeda que cubra el cuerpo del trabajador.
 - Los trabajos de soldadura no deberán ser realizados a una distancia menor de 1,50 m de materiales combustibles y de 6,00 m de productos inflamables.
 - No se deberán realizar trabajos de soldadura sobre recipientes a presión que contengan o hayan contenido líquidos o gases no inertes.
 - No se deberán utilizar, como apoyo de piezas a soldar, recipientes, bidones, latas y otros envases, que hayan contenido pinturas o líquidos inflamables.
 - No se deberá soldar con las conexiones, cables, pinzas y masas flojas o en malas condiciones.
 - No se deberá mover el grupo o cambiar de intensidad sin haber sido desconectado previamente.
 - Se tendrá cuidado de no tocar las zonas calientes de reciente soldadura.
 - Para realizar el picado de soldadura se utilizarán gafas de seguridad contra impactos.
 - Las escorias y chispas de soldadura y picado no deberán caer sobre personas o materiales que, por ello, puedan verse dañados.

3. Mantenimiento/conservación

En comparación con el equipo eléctrico normal estos aparatos reciben escasos cuidados, por lo que deben estar protegidos correctamente, tanto mecánica como eléctricamente.

3.11. Máquinas eléctricas portátiles

1. Características

Máquinas manuales de trabajo que utilizan energía eléctrica.

2. Utilización

- Deben ser utilizadas por profesionales adiestrados.
- Nunca se conectarán a las bases de enchufe con "cables desnudos" y cunas de madera, sino mediante clavija.
- Cuando se utilicen mangueras alargadoras para el conexonado eléctrico se hará, en primer lugar, la conexión de la clavija del cable de la herramienta al enchufe hembra de la alargadora y, posteriormente, la clavija de la alargadora a la base de enchufe en el cuadro de alimentación. Nunca deberá hacerse a la inversa.
- Nunca se desconectarán de un tirón.
- La tensión de utilización no podrá superar los 250 voltios.
- No se utilizarán prendas holgadas a fin de evitar los agrupamientos.
- Cuando se utilice una taladradora, se debe utilizar la sección de taladro adecuado al tipo de agujero que se trate de realizar. Nunca se tratará de hacer un agujero de mayor diámetro inclinando el taladro.
- Cada herramienta se utilizará solo para su proyectada finalidad. Los trabajos se realizarán en posición estable.
- Bajo ningún concepto las protecciones de origen de las herramientas mecánicas o manuales deberán ser quitadas o eliminados sus efectos de protección en el trabajo.
- La misma consideración se hace extensible para aquellas que hayan sido dispuestas con posterioridad por norma legal o por mejora de las condiciones de seguridad.
- Toda herramienta mecánica manual de accionamiento eléctrico dispondrá como protección al contacto eléctrico indirecto del sistema de doble aislamiento, cuyo nivel de protección se comprobará siempre después de cualquier anomalía conocida en su mantenimiento y después de cualquier reparación que haya podido afectarle.

3. Mantenimiento/conservación

- Las propias de las máquinas eléctricas que recomiende el fabricante.
- Todas las herramientas mecánicas manuales serán revisadas periódicamente, al menos una vez al año. A las eléctricas se les prestará mayor atención en cuanto a su aislamiento, cableado y aparamenta.

3.12. Herramientas manuales

1. Características

Máquinas manuales de trabajo que no necesitan energía eléctrica para su funcionamiento.

2. Utilización

- Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los propios componentes.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.
- Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas.
- Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes a riesgos análogos, se colocaran en portaherramientas o estantes adecuados.
- Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, desde los que puedan caer sobre los trabajadores.
- Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas.

3. Mantenimiento/conservación

Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que haya de utilizar, a fin de prevenir accidentes, sin que en ningún caso puedan utilizarse para fines distintos a aquellos a los que están destinadas.

3.13. Medios auxiliares. Escaleras de mano

1. Características

- Elemento auxiliar de las obras que permite poner en comunicación dos puntos aislados de la misma mediante un sistema simple, compuesto por dos largueros o zancas y por travesaños o peldaños, de poco peso y fácilmente transportable.
- Además de los elementos antes señalados que la componen, debemos mencionar los apoyos antideslizantes y para el caso de ser de más de 5 m de longitud, los refuerzos adecuados; además de, con el fin de darles más seguridad, los ganchos o abrazaderas de sujeción de cabeza.
- Cuando la escalera es de madera no estará pintada ni poseerá nudos saltadizos; sus elementos estarán ensamblados y su longitud no superara los 5 m salvo que sea reforzada, pudiendo llegar

en este caso hasta los 7 m. A partir de esta dimensión, serán consideradas como escaleras especiales y se deberá tener en cuenta el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, modificado por el RD 2177/2004, de 12 de noviembre.

2. Utilización

- Deben utilizarse, tanto a la subida como a la bajada, mirando a la escalera.
- Deberá colocarse formando un Angulo aproximado de 75° o con la horizontal.
- La escalera deberá superar en 1 m el apoyo superior, a fin de servir de apoyo y seguridad en la subida o bajada.
- No será utilizada por dos o más personas al mismo tiempo.
- No se transportaran o se manipularan cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensión puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras improvisadas están prohibidas.
- Las escaleras empalmadas están prohibidas.
- No se instalaran escaleras de mano a menos de 5 m a líneas eléctricas de alta tensión.
- Se ubicaran en lugares sobre los que no se realicen otros trabajos a niveles superiores, salvo que se coloquen viseras o marquesinas protectoras sobre ellas.
- Se apoyaran en superficies planas y resistentes.
- En la base se dispondrán elementos antideslizantes.
- No se podrán transportar a brazo, sobre ellas, pesos superiores a 25 kg.

3. Mantenimiento/conservación

Se revisarán antes de ser usadas y periódicamente. El fabricante, importador o suministrador deberá proporcionar junto con la escalera, los documentos que menciona el artículo 41 de la Ley 31/1997, donde se señalaran las revisiones que consideran oportuno deban ser realizadas, cómo y cuándo.

3.14. Plataformas o andamios de borriquetes

1. Características

También llamados de "asnillas" o caballetes. Se componen de un tablero horizontal de ancho mínimo de 60 cm (tres tablones) de grueso mínimo 50 mm, colocado y sujeto a dos anillas o pies en forma de

"∇" invertida, sin arriostramiento hasta 3 m de altura, con caballetes debidamente arriostrados y con barandillas hasta los 0,7 m de altura. Cuando se empleen en lugares con

riesgos de caída desde más de 2 m de altura, se dispondrán barandillas resistentes de 1 m sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo, y rodapiés de 20 cm.

2. Utilización

- Los tablonos deberán atarse en sus extremos para evitar posibles vuelcos.
- Podrán utilizarse plataformas metálicas siempre que se garantice la estabilidad del conjunto.
- No se debe instalar ningún otro andamio o elemento sobre ellos para alcanzar mayores alturas.

3. Mantenimiento

Las asnillas, caballetes y tableros se mantendrán limpios y sin pintar, para detectar posibles alteraciones.

3.15. Andamios metálicos de pie

1. Características

- Son elementos auxiliares que permiten el acceso a puntos inaccesibles de una obra o inmueble, a fin de realizar desde los mismos los trabajos o actuaciones oportunas.
- Se componen de elementos verticales (pies derechos o montantes), elementos horizontales o largueros y arrastramientos (longitudinales, transversales y horizontales), así como anclajes a fachada cuando superen la altura de 5 veces su ancho (salvo que el fabricante señale otra distancia), y 3,5 veces su ancho en el caso de ser andamios móviles o plataformas de trabajo, además de las correspondientes barandillas de protección perimetral, escaleras de acceso, travesaños, nudos y bases de apoyo.
- En su instalación se debe tener en cuenta y cumplir la norma UNE 7650-90 o documento de armonización HD-1000.

2. Utilización

- En el montaje del andamio emplearemos barandillas auxiliares de protección, de instalación previa a las barandillas reglamentarias definitivas escaleras de acceso reglamentarias, lo cual permite la instalación del andamio con protección colectiva de los montadores en todo momento. Si no fuera posible, se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anti caídas.
- La ubicación más adecuada de un andamio de pie es a 15 cm del paramento, lo cual permitirá no instalar barandillas interiores que si deberán ser instaladas si supera tal distancia.
- Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que reparten las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontalidad de la plataforma de trabajo.

- Se dispondrán varios puntos de anclaje, distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos.
- En todo momento se mantendrá acotada la zona inferior en que se realicen los trabajos y si esto no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.
- Previamente a su uso, el andamio debe ser examinado y sometido a plena carga por un técnico competente y cualificado o por una persona de la confianza y delegación de este, el cual, una vez comprobada su resistencia e instalación, y comprobando que el andamio es el adecuado al trabajo que se debe realizar, y a las cargas a soportar (HD-1000) y que no supera las flexiones previstas en HD-1000, confeccionará el certificado de idoneidad.
- En todo caso, el uso se regirá por las normas que indique el fabricante, importador o suministrador que obligatoriamente se encontraran en la obra.

3. Mantenimiento/conservación

- Debe cuidarse de manera especial la protección contra la corrosión y que nunca reciban los elementos del andamio y, en especial, los montantes, impactos que den lugar a hundimientos y/o anomalías que puedan afectar al comportamiento del andamio y como consecuencia a su resistencia.
- En orden a lo antes mencionado, tanto el desmontaje como el transporte y acopio de los elementos del andamio, debe hacerse en el más estricto orden y cuidado de sus piezas.
- Semanalmente se inspeccionarán los elementos del andamio en su conjunto, así como, después de un periodo de mal tiempo, interrupción del trabajo, modificación, sacudida sísmica o cualquier otra circunstancia que le afecte.

3.16. Redes de protección

1. Características

- Se componen de mallas elásticas, normalmente de poliamida, de cuadrícula inferior a 10 cm de lado, con hilos de diámetro superior a 3 mm, recogidas y sujetas por una cuerda perimetral del mismo material con diámetro mínimo 10 mm que deben gozar de garantía para el trabajo y resistencia, servidas de

fábrica con el certificado 'N' de Menor, que no hayan estado expuestas a más de 6 meses a la luz solar ni superen 1 año desde su fabricación, salvo que sean utilizadas para soportar impactos de caídas no superiores a 1 m y bajo ellas no exista un espacio de posible caída de 2 o más metros.

- Cuando se vuelva a instalar una red usada anteriormente, debe verificarse, previamente a su uso, si goza de las cualidades de garantía necesaria, lo cual únicamente puede ser verificado por un laboratorio debidamente certificado.
- Finalmente, la superficie mínima de la red debe ser proporcional a la energía que debe soportar y absorber, la cual es consecuencia de la posible altura de caída y del peso a caer.

2. Utilización

- Para evitar improvisaciones, se estudiarán los puntos en los que se va a fijar cada elemento portante, de modo que mientras se ejecuta la estructura, se colocaran los elementos de sujeción previstos con anterioridad.
- La sujeción de la red al forjado debe tener lugar a esperas hormigonadas previamente cercanas al borde del forjado de hierro o acero dulce protegidas con antioxidante (el óxido ataca a la poliamida) a una distancia que no supere 1 m entre las mismas y en el caso de emplear mástiles con horcas, que estos no se sitúen a distancias entre sí a más de 5 m, debidamente fijados a fin de evitar movimientos deslizantes verticales o detorsión.
- Debemos recordar que la franja perimetral de una red de un ancho de 30 cm, es una zona altamente peligrosa y, como consecuencia, de fácil penetración y rotura en caso de impacto vertical de una persona, debiendo ser informados los trabajadores de este hecho, a fin de adoptar las medidas oportunas, en caso de caída.
- El diseño se realizará de modo que la posible altura de caída de un operario será la menor posible y, en cualquier caso, siempre inferior a 5 m.
- Se vigilará, expresamente, que no queden huecos ni en la unión entre dos panós ni en su fijación, por su parte inferior, con la estructura.
- Tanto para el montaje como para el desmontaje, los operarios que realicen estas operaciones usaran cinturones de seguridad, tipo "anti caídas". Para ello se habrán determinado previamente sus puntos de anclaje.
- En ningún caso se comenzaran los trabajos sin que se haya revisado, por parte del responsable del seguimiento de la seguridad, el conjunto del sistema de redes.
- Después de cada impacto importante o tras su uso continuado en recogida de pequeños materiales, se comprobará el estado del conjunto: soportes, nudos, uniones y panós de red. Los elementos deteriorados que sean localizados en tal revisión serán sustituidos de inmediato.
- Se comprobará el estado de los panós de red tras la caída de chispas procedentes de los trabajos de soldadura, sustituyendo de inmediato los elementos deteriorados.

- Los pequeños elementos o materiales y herramientas que caigan sobre las redes se retiraran tras la finalización de cada jornada de trabajo.
- Las horcas serán de chapa de acero, conformadas a base de tubo rectangular y estarán protegidas mediante pintura de la corrosión.
- Los omegas o anclajes de sustentación de horcas estarán contruidos mediante redondos de acero corrugado doblado en frio y su montaje se realizara mediante recibido sujeto con alambre a la armadura perimetral de huecos y forjados.
- Bajo ningún concepto se retiraran las redes sin haber concluido todos los trabajos de ejecución de estructura, salvo autorización expresa del responsable del seguimiento de la seguridad y tras haber adoptado soluciones alternativas a estas protecciones.

3. Normas para el montaje de las redes sobre soportes tipo horca

- Replantear durante la fase de armado las omegas y los anclajes inferiores.
- Comprobar la corrección del trabajo realizado y corregir los posibles errores para posteriormente hormigonera.
- Abrir los paquetes de cuerdas; comprobar que están etiquetados .
- Enhebrar las cuerdas de suspensión de las redes en los pasadores de las horcas e inmovilizarlos a los fustes mediante nudos.
- Atar a la punta superior externa de la horca la cuerda tensora por si es necesario su uso y anudarla al fuste.
- Con la ayuda de la grúa, enhebrar las horcas en las omegas y acunarlas con madera para evitar movimientos no deseables.
- Transportar los paquetes de redes y abrirlos. Comprobar que están certificadas yetiquetadas.
- Abrir los paquetes de cuerdas de cosido de panós de red y comprobar que están etiquetados.
- Replantear en el suelo los panós de red; extenderlos longitudinalmente.
- Soltar con cuidado los nudos de inmovilización de las cuerdas de suspensión y hacerlas llegar hasta los panós de red en acopio, controlando que el cabo inferior que queda sobre el forjado, no se desenhebre de la parte superior de las horcas; para evitarlo atarlo de nuevo al fuste. Anudarlas a la red según la modulación exigida en los planos.
- Izar por tramos uniformes de 1,5 a 1,7 m los panós de red consecutivos y proceder, con cuidado y poco a poco, al cosido entre ellos mediante cuerdas destinadas para este fin. Una vez concluido el cocido, hacerles descender de nuevo y dejarlos en acopio longitudinal.
- Atar las cuerdas auxiliares a las bases de los panós de red.
- Con la ayuda de cuerdas auxiliares, elevar la base de los panós de red, ya cosidos entre sí, hasta los anclajes inferiores, dispuestos para recibirlas al borde del forjado; colgarla ordenadamente de ellos.

- Izar la parte superior de la red, tirando de las cuerdas de suspensión y hacer llegar todos los panós hasta la máxima altura que permitan las horcas.
- Inmovilizar las cuerdas de suspensión atándolas de nuevo a los fustes de las horcas.
- Utilizar las cuerdas de tensión si fuera necesario, regulando el sistema de protección de redes hasta conseguir su ubicación correcta según lo dibujado en los planos.

4. Mantenimiento/conservación (condiciones posteriores a los trabajos)

- Deben ser almacenadas en lugares secos y que carezcan de luz o cubiertas con elementos o protecciones que las aislen de la luz, a fin de no acelerar su deterioro. Este almacenaje incluirá el de todos los elementos constitutivos del sistema de redes.
- Los mástiles, a su vez, deben ser protegidos de posibles impactos y de la oxidación, dado que ambas disminuyen su resistencia.

3.17. Barandillas

1. Características

Los sistemas de barandillas estarán compuestos por la barandilla propiamente dicha, con altura no inferior a 1 m, y plintos o rodapiés de 15 cm de altura. El hueco existente entre el plinto y la barandilla estará protegido por una barra o listón intermedio o por medio de barrotes verticales, con una separación máxima de 15 cm. Las barandillas serán capaces de resistir una carga de 150 kg/metro lineal.

3.18. Equipos de protección individual

1. Características

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los EPI que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad. A estos efectos se

consideraran conformes a las exigencias esenciales mencionadas los EPI que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes, según el nivel de riesgo contra el que tienen que proteger. Estos EPI se dividen en tres categorías, que son:

- CATEGORIA I: Riesgos mínimos. Requieren marca "CE" y declaración de conformidad CE del fabricante con exigencias esenciales. A este grupo pertenecen entre otros:

- Gafas de sol.
- Calzado de protección contra el mal tiempo.
- CATEGORIA II: Riesgos medios. Requieren marca "**CE**" acompañada del año de certificación, por ejemplo CE-98. Los EPI con este marcaje se dice que están certificados, para lo cual se necesita que hayan superado un examen CE-tipo y un examen de modelo en un Organismo de Certificación Europeo, y que el fabricante acompañe la Documentación Técnica necesaria del equipo, junto con la Declaración de Conformidad CE. A este grupo pertenecen entre otros:
 - Protectores auditivos.
 - Protectores de cabeza.
 - Protectores de la vista.
 - Protectores de las manos.
- CATEGORIA III: Riesgos mortales. Requieren los requisitos exigidos a los de Categoría II y la exigencia de un "Sistema de garantía de calidad **CE**", el cual se indica mediante una cifra de cuatro números que corresponde al organismo involucrado en la certificación (por ejemplo, el marcado será: CE-98-0086). Pertenecen a este grupo entre otros, los siguientes:
 - Protectores de vías respiratorias.
 - Protectores contra riesgos eléctricos.
 - Protectores contra altas temperaturas.
 - Protectores contra caídas.

2. Utilización y mantenimiento

- Antes de la primera utilización en la obra de cualquier EPI, habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Unión Europea, toda la información útil sobre:
 - Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI ni en el usuario.
 - Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.
 - Accesorios que se pueden utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto.
 - Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
 - Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de alguno de sus componentes.

3.19. Accesorios de elevación. Eslingas y equipos para empaquetar y contener cargas.

- Según se establece en la Directiva 2006/42/CE un accesorio de elevación es un "componente o equipo que no es parte integrante de la maquinaria de elevación, que permita la presión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se consideraran accesorios de elevación las eslingas y sus

componentes. " "

- Como se desprende de la definición, las eslingas han de considerarse como accesorios de elevación que sirven de elemento de unión entre la carga (objeto a desplazar) y el equipo de elevación (grúa, polipasto, etc.).
- Los contenidos de este flash técnico informan sobre: los diversos tipos de eslingas y las normas específicas que deben cumplir; las principales técnicas para el deslingado seguro de cargas; y los equipos que pueden ser utilizados para empaquetar o contener cargas (a granel o en estado líquido).

3.20. Señalización

1. Características

- Debe ser una señalización lo suficientemente llamativa para captar la atención del trabajador y provocar una reacción inmediata.
- Debe lanzar la señal de aviso sobre el riesgo existente con suficiente tiempo de antelación.
- Debe ser clara y comprensible.
- Debe permitir cumplir lo indicado.
- Debe informar acerca de la actuación adecuada para cada caso concreto.
- La señalización adoptara las exigencias reglamentarias para cada caso, según la legislación vigente, el material del que estén realizados las señales, será capaz de resistir las inclemencias del tiempo y la condiciones adversas de la obra.
- Se informara a todos los trabajadores del sistema de señalización establecido.
- La señalización podrá ser realizada mediante señales luminosas, gestuales, acústicas y visuales.

2. Utilización y mantenimiento

- La fijación del sistema de señalización de la obra se realizara de modo que se mantenga estable en todo momento.
- Los trabajadores serán instruidos en el sistema de señales establecido en la obra.

- Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión, por los cuales puedan circular personas o vehículos, se empleara a una o varias personas para efectuar las señales adecuadas, de manera que se puedan evitar daños a los demás.
- Se utilizarán a modo informativo las siguientes:
- Advertencia del riesgo eléctrico.
- Advertencia de incendio, materiales inflamables.
- Banda de advertencia de peligro.
- Prohibido el paso a peatones.
- Protección obligatoria de cabeza.
- Señal de dirección de socorro.
- Localización de primeros auxilios: stop o paso prohibido.

4. Emergencias

De acuerdo con el apartado 14 del Anexo IV, parte A) del Real Decreto 1627/1997 y el apartado A) del Anexo VI del Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la obra dispondrá del material de primeros auxilios, indicándose también los centros asistenciales más cercanos a los que trasladar los trabajadores que puedan resultar heridos.

4.1. Centros médicos en las cercanías

Los centros de asistencia primaria situados en los municipios del trazado son:

El Hospital Clínic de Barcelona,

El Centre Sanitari Can Mora,

El Hospital Universitari General de Catalunya

El Hospital Sant Cugat Asepeyo

4.2. Actuaciones de emergencia

Quemaduras

Toda quemadura requiere atención médica, excepto si se trata de una quemadura superficial con una superficie menor de 2 cm.

Si se trata de una quemadura por productos químicos o líquidos hirvientes, quitar inmediatamente las ropas impregnadas.

Si la quemadura es extensa, cubrirla con toallas, pañuelos, sabanas que estén siempre limpios y trasladarla urgentemente a un centro sanitario

Enfriar la quemadura inmediatamente colocando la zona afectada bajo un chorro de agua fría, durante un mínimo de 10 minutos. No aplicar ningún producto comercial o casero sobre la quemadura.

Cuerpos extraños en los ojos

Si es pequeño y está libre (mota de polvo):

- Explorar con buena iluminación.
- Invertir el parpado superior si es necesario.
- Lavado ocular con suero fisiológico o en su defecto, agua abundante
- Arrastrar con una gasa o torunda de algodón humedecida.
- Nunca frotar los ojos ni echar

colirios. Si está enclavado o es metálico (viruta):

- No tocar.
- Cubrir ambos ojos con un apósito estéril.
- Trasladar a un centro sanitario.

Fracturas

- No hay que mover al accidentado sin antes inmovilizar la fractura.
- Se inmoviliza la fractura en la misma posición en la que nos la hemos encontrado, abarcando el hueso o huesos rotos y las articulaciones adyacentes
- Si la fractura es abierta, cubrirla con apósitos estériles antes de inmovilizarla
- Si sospechamos fractura de la columna vertebral, no se puede mover al accidentado. Requiere traslado urgente
- Trasladar de inmediato.

Luxaciones y esguinces

- Inmovilizar la zona mediante vendaje compresivo o cabestrillo
- Si la lesión tiene menos de 48 horas, aplicar frío

- Mantener el reposo y elevar la zona afectada
- Acudir a un centro sanitario.

Heridas

- Si la herida es sangrante, presionar directamente sobre la herida para detener la hemorragia.
- Lavarse cuidadosamente las manos para limpiar la herida.
- Limpiar la herida con suero fisiológico si es posible, secándola con gasas desde el centro a la periferia. Pincelarla con un antiséptico no coloreado.
- Si la herida necesita ser suturada o tiene un aspecto muy sucio, se debe limpiar solamente, cubrirla con apósitos limpios, sujetarlos y acudir a un centro sanitario.
- No olvidar la vacunación contra el tétanos.
- No utilizar nunca encima de las heridas algodón, pañuelos o servilletas de papel, alcohol, yodo o lejía.

Hemorragias

- Aplicar presión con la mano, directamente sobre la herida, de forma constante durante 10 minutos.
- Conseguir ayuda médica.

Electrocuciones

Aplicar las medidas básicas de reanimación y trasladar al accidentado al hospital más cercano.

Pérdida de consciencia

- Colocar al accidentado tumbado en el suelo boca arriba, con la cabeza ladeada y las piernas elevadas.
- Mantenerlo en reposo absoluto, aflojando cualquier prenda de vestir que le oprima.
- Nunca dar de comer ni de beber a una persona inconsciente.

Convulsiones

- No tratar de sujetar a la persona.
- Apartar los objetos de alrededor para evitar lesiones.
- Colocar una prenda, unos cojines o cualquier otro objeto que sirva de almohadilla debajo de la cabeza.
- Si se puede, aflojar con cuidado cualquier prenda ajustada alrededor del cuello y/o cintura.
- Cuando acabe el ataque, colocar a la persona en posición lateral de seguridad y explorarla buscando posibles lesiones.

Nunca

- NUNCA mover a un herido sin antes habernos dado cuenta de sus lesiones.
- NUNCA tocar y/o hurgar en las heridas.
- NUNCA despegar los restos de vestidos pegados a la piel quemada ni abrir las ampollas.

- NUNCA dar alimentos o líquidos a trabajadores inconscientes o heridos en el vientre.
- NUNCA poner torniquetes, si no es absolutamente indispensable.
- NUNCA poner almohadas, levantar la cabeza o incorporar a los que sufran desvanecimientos.
- NUNCA tocar la parte de las compresas que ha de quedar en contacto con las heridas.
- NUNCA tocar a un electrocutado que este en contacto con el cable.
- NUNCA poner los vendajes excesivamente apretados.

Afecciones por temperatura

- Insolación y golpe de calor
- Es la respuesta del organismo a una agresión producida por el calor. Sus causas pueden ser la acción directa y prolongada del sol en el organismo
- (cabeza), normalmente debido a una larga exposición.
- Los síntomas son:
- Cara congestionada.
- Dolor de cabeza.
- Sensación de fatiga y sed intensa.
- Náuseas y vómitos.
- Calambres musculares, convulsiones.
- Sudoración abundante en la insolación que cesa en el golpe de calor; en este caso, la piel está seca, caliente y enrojecida.
- Alteraciones de la consciencia (somnolencia), respiración y circulación.

Primeros auxilios:

- Colocar al paciente en un lugar fresco y ventilado, a la sombra.
- Posición decúbito supino semisentado.
- Aplicar compresas de agua fría en la cabeza.
- Darle a beber agua fresca a pequeños sorbos.
- Observación por parte del médico.

Hipotermia

- Es la disminución de la temperatura corporal, por debajo de los 35 grados, normalmente como consecuencia de la exposición prolongada al frío. Los ancianos, y en menor medida los niños, son los más expuestos.
- Los mecanismos de compensación van dirigidos a aumentar la producción de calor; así aumentan las contracciones musculares (escalofríos) y se provoca la vasoconstricción periférica. Cuando la temperatura corporal desciende por debajo de los 30-32º, los mecanismos de adaptación pierden eficacia y dejan de funcionar.

- La piel del paciente esta pálida, fría y seca. Este presenta escalofríos, respiración superficial y lenta y disminución progresiva del estado de consciencia.
- Es fundamental detener las pérdidas de calor:
- Abrigar al paciente.
- Efectuar un recalentamiento progresivo (si es posible).
- Desprenderlo de las ropas húmedas o mojadas.
- Conseguir ayuda médica.

Deshidratación

- Es la disminución acusada del agua total del organismo, que cursa con alteración de todos los procesos metabólicos. Sus causas pueden ser:
- La ingesta insuficiente:
- En ancianos.
- Situaciones extremas de falta de agua.
- Aumento de las pérdidas:
- Adultos:
- Agotamiento por el calor.
- Pérdida acentuada por gran sudoración.
- Pérdida acentuada por diarreas y vómitos.
- Signos/síntomas:
- "Signo del pliegue": si se pellizca la piel (dorso de la mano) el pliegue permanece un tiempo.
- Sequedad de la lengua y de la mucosa bucal.
- Pulso rápido y débil.
- Alucinaciones, delirio e incluso coma. Primeros auxilios:
- Es fundamental sospechar y conocer su existencia (antecedentes).
- Rehidratar a pequeños sorbos

5. Formación e información de los trabajadores

Formación

El empresario debe garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

La formación deberá impartirse:

- En el momento de la contratación.
- Cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe el trabajador.
- Cuando se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. La formación deberá estar centrada en el puesto de trabajo o función de cada trabajador. Debe adaptarse a la evaluación de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Asimismo, deberá repetirse periódicamente, siempre que fuera necesario.

Información

El empresario deberá informar a los trabajadores de todo lo relativo a:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos a que estén expuestos.
- Las medidas de emergencia, primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores. La información a los representantes de los trabajadores deberá realizarse en los términos establecidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

En el Plan de Seguridad se deberá contemplar la forma de llevar a cabo esta formación e información así como las fases o periodos en que se va a realizar esta.

6. Vigilancia de salud

Tanto los contratistas como los subcontratistas deberán tener en cuenta lo establecido en este apartado.

Conforme establece el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, tanto en el momento previo a la admisión como con carácter periódico.

El artículo 16 del IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción establece que los reconocimientos periódicos posteriores al de admisión serán de libre aceptación para el trabajador, si bien, a requerimiento de la empresa, deberá firmar la no aceptación cuando no desee someterse a dichos reconocimientos. No obstante, previo informe de la representación de los trabajadores, la empresa podrá establecer el carácter obligatorio del reconocimiento en los supuestos en que sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para el mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la

empresa. En particular, la vigilancia de la salud será obligatoria en todos aquellos trabajos de construcción en que existan riesgos por exposición al amianto, en los términos previstos en el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo , por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

En ningún caso los costes de estos reconocimientos médicos podrán ser a cargo del trabajador y en los periódicos, además, los gastos de desplazamiento originados por los mismos serán a cargo de la respectiva empresa, quien podrá concertar dichos reconocimientos con entidades que cuenten con personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador, así como la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Los resultados de la vigilancia de la salud serán comunicados a los trabajadores afectados y nunca podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

Es por ello que en el Plan de Seguridad y Salud de la obra se especificará como ejecutar y desarrollar esta obligación de vigilancia de la salud de los trabajadores por parte del contratista.

7. Normativa aplicable

Normativa de construcción

- OM de 20 de mayo de 1952 , por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en la industria de la construcción
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Resolución de 1 de agosto de 2007, por la que se ordena la publicación y registro del IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.
- Ley de prevención y desarrollo reglamentario
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención.
- RD 400/1996, de 1 de marzo, sobre aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas.
- RD 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.

- RD 48S/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar para los trabajadores.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas sobre la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 121S/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 66S/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- RD 681/2003, de 12 de junio, sobre disposiciones mínimas de protección contra los riesgos derivados de atmosferas explosivas en el lugar de trabajo.
- RD 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- RD 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- RD 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- RD 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT O1 a O9.
- RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención.

- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la norma básica de autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la seguridad social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Normas sobre seguridad de los materiales y máquinas
- RD 474/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas
- 84/S28/CEE, sobre aparatos elevadores y de manejo.
- RD 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas al aire libre.
- RD 836/2003, de 27 de junio. Aprueba la ITC MIE-AEM 2, relativa a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- RD 837/2003, de 27 de junio. Aprueba la ITC MIE-AEM 4, relativa a grúas móviles autopropulsadas.
- RD 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- RD 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- RD 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del parlamento europeo y del consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó
- RD 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de explosivos.
- RD 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la directiva 89/106/CEE.
- RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- RD 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- RD 563/2010, de 7 de mayo, Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería.
- Normas relativas a las condiciones técnicas de los edificios
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).
- RD 314/2006, de 17 de marzo, que aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- RD 1371/2007, de 19 de octubre, se ha aprobado el documento básico "DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación".

- D. 3S6S/1972, "Normas Tecnológicas de Edificación" (NTE)
- RD 1027/2007, de 20 de julio, Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
- Subcontratación en construcción
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- RD 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

Normas UNE

- UNE-EN 12810-1 Andamios de Fachada de componentes prefabricados. Parte 1.
- UNE-EN 12810-1 Andamios de Fachada de componentes prefabricados. Parte 2.
- UNE-EN 12811-1 Equipamiento para trabajos temporales en obra. Parte 1. Andamios requisitos de comportamiento y diseño general.
- UNE-EN 12811-2 Equipamiento para trabajos temporales en obra. Parte 2. Información sobre los materiales.
- UNE-EN 12811-3 Equipamiento para trabajos temporales en obra. Parte 3. Ensayo de carga.
- UNE-EN 1808 Requisitos de seguridad para plataformas de nivel variable.
- UNE-EN 1263-1 Redes de seguridad. Parte 1. Requisitos de seguridad, métodos de ensayo.
- UNE-EN 1263-2. Redes de seguridad. Parte 2. Requisitos de seguridad para la instalación de redes de seguridad.
- UNE-EN 13374. Sistemas provisionales de protección de borde.

8. Revisiones del plan de seguridad

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser revisado si concurre alguno de los siguientes casos:

- Cuando cambien las condiciones de trabajo, esto es, por ejemplo, cada vez que se inicie una nueva unidad de obra, se deberá comprobar si será realizada tal y como se ha previsto en el Proyecto, o si por el contrario, va a ser modificada.
- Cuando entren en la obra máquinas, equipos de trabajo, sustancias o preparados químicos que no hayan sido contemplados con anterioridad en el Plan de Seguridad y Salud.

Cuando se de alguna de estas dos circunstancias, deberá realizarse una nueva Evaluación de Riesgos con su correspondiente Planificación Preventiva, que deberá ser aprobada por el Coordinador adjuntando una copia como Apéndice del Plan de Seguridad y Salud, y remitiendo otra al Archivo Documental de la obra.

Cuando se incorporen a la obra trabajadores que características personales o estado biológico conocido les haga especialmente sensibles a determinadas condiciones de riesgo (disminuidos, embarazadas o en situación de lactancia), deberá comprobarse que dicho supuesto está recogido y contemplado en el Plan de Seguridad y Salud.

Si no hubiese sido previsto, deberá realizarse un estudio ergonómico de cada uno de los puestos de trabajo ocupados por el personal anteriormente mencionado, adjuntando una de las copias como Apéndice del Plan de Seguridad y Salud, y remitiendo la otra al Archivo Documental de la obra.

Tal y como se señala en el artículo 6 del RD 39/1997 de 17 de enero, sobre Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos, la evaluación inicial de Riesgos deberá actualizarse y revisarse respecto a aquellos puestos de trabajo afectados en los que se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o se haya detectado que las medidas de prevención hubieren sido inadecuadas o insuficientes. También se deberá proceder a la revisión periódica de la Evaluación Inicial de Riesgos, sin perjuicio de lo anteriormente señalado, en los plazos de tiempo que acuerden la empresa y los representantes de los trabajadores.

Esta revisión se realizara con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en particular se fijara en aquellas actividades expuestas a riesgos especiales.

La actualización de la evaluación se realizara cuando cambien las condiciones de trabajo y cuando se produzcan daños para la salud.

Si los controles periódicos detectaran situaciones de riesgo potencialmente peligrosas, se adoptaran las medidas de prevención necesarias que garanticen la protección de la Seguridad y la Salud de los trabajadores, integrando las mismas en las actividades y los distintos niveles de la empresa.

Si se produjeran daños a la salud de los trabajadores y los controles periódicos revelaran que las medidas preventivas fuesen insuficientes, el empresario deberá llevar a cabo una investigación para detectar las causas de estos hechos.

En la actualización de la evaluación de riesgos se deberá tener en cuenta también la adecuada utilización de los equipos de trabajo y medios de protección y la correcta implementación de las

medidas de información, consulta y participación de los trabajadores, así como de la formación de los mismos.

De todo lo anteriormente expuesto, se deduce que debe realizarse una evaluación continua de los riesgos a cargo del empresario principal durante el transcurso de la obra, que se reflejara en el Plan de Seguridad y Salud, tal y como se indica en el artículo 7.3 del RD 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

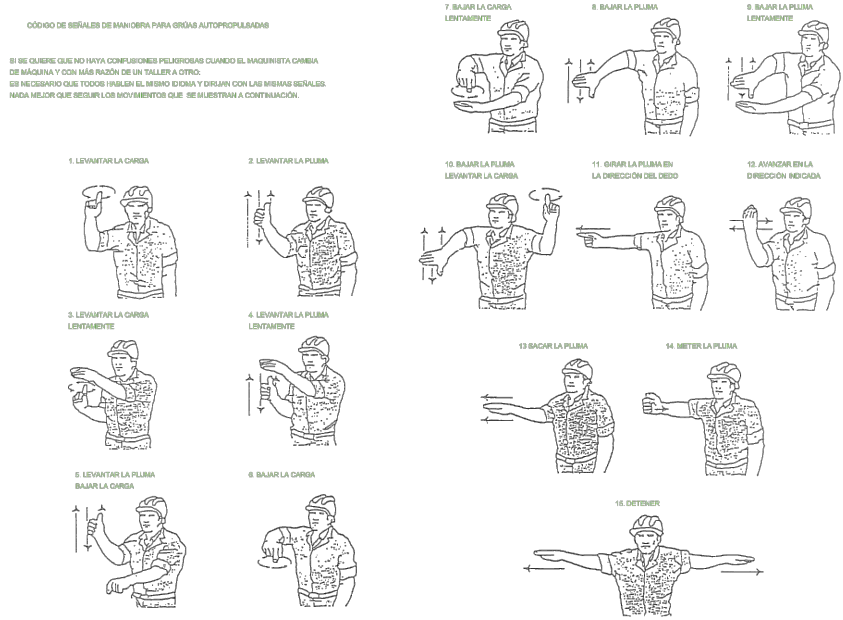
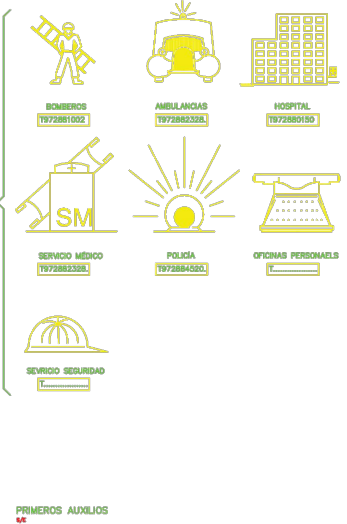
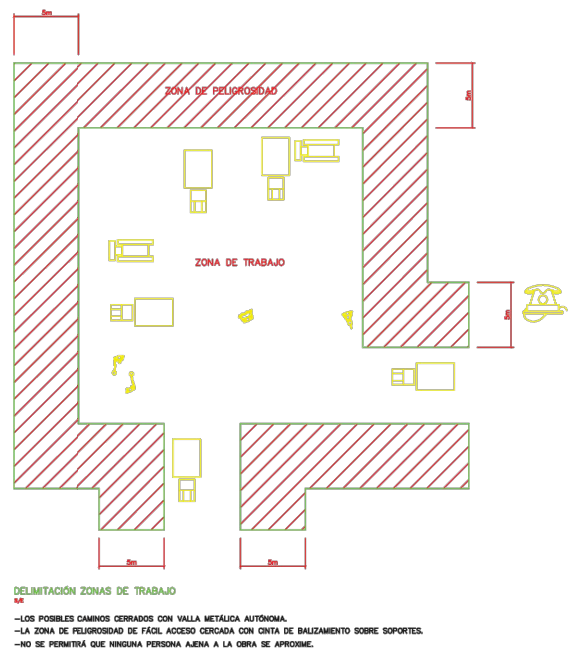
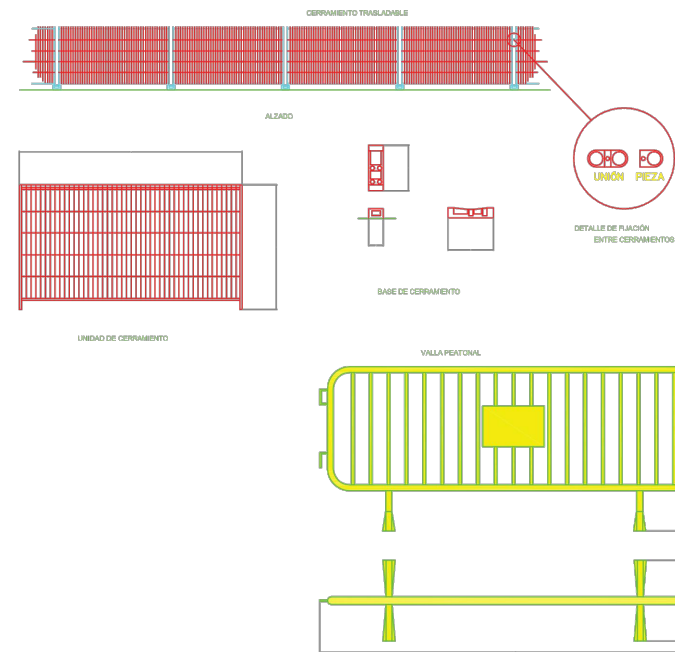
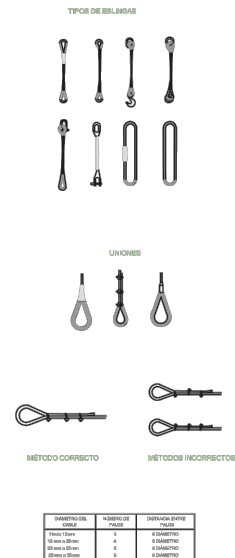
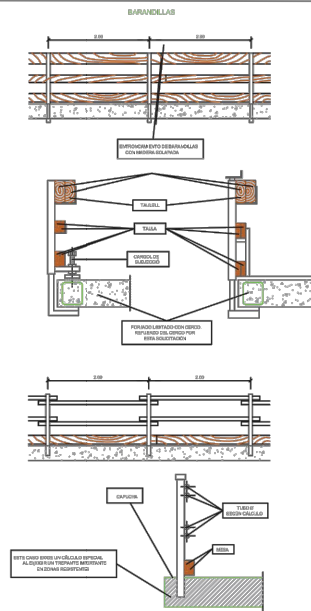
Si en el Plan de Seguridad y Salud se efectuará alguna modificación en la cantidad de trabajadores, protecciones colectivas instaladas y equipos de protección individual y otros, con respecto a lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, se deberá justificar técnica y documentalmente.

El Plan de Seguridad y Salud se revisara cuando cambien las condiciones de trabajo, cuando se detecten daños para la salud, proponiendo, si procede, la revisión del Plan aprobado a todos los responsables del mismo antes de reiniciar los trabajos afectados.

Además, se deberá efectuar un nuevo Plan de Seguridad y Salud cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o procesos de ejecución previstos o variaciones de los equipos de trabajo, así como proponer, cuando proceda, las medidas preventivas a modificar en los términos reseñados anteriormente.

En este último caso entrarían aquellos subcontratistas que no asuman la parte del Plan de Seguridad y Salud relativa a su trabajo, presentando un Plan alternativo, que una vez aceptado por la empresa constructora de que dependan, pasara a la aprobación del técnico competente, adjuntando una copia como Apéndice del Plan de Seguridad y Salud y remitiendo otra al Archivo Documental de la obra.

Documento 2: Planos



TÍTULO DEL PROYECTO
Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés.
Tramo Sant Cugat – Mundet

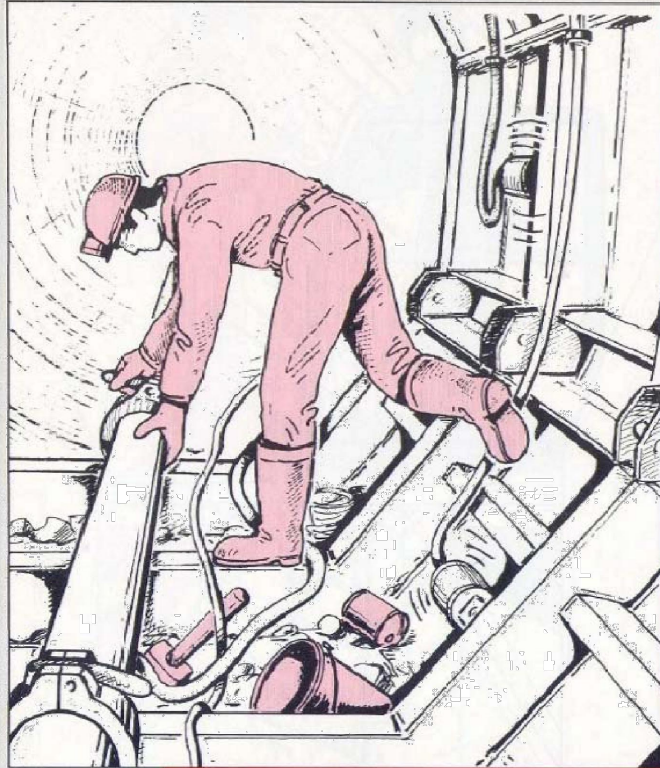
AUTOR DEL PROYECTO
Pilar López Camacho

FIRMA

NOMBRE DEL PLANO
Plano 2

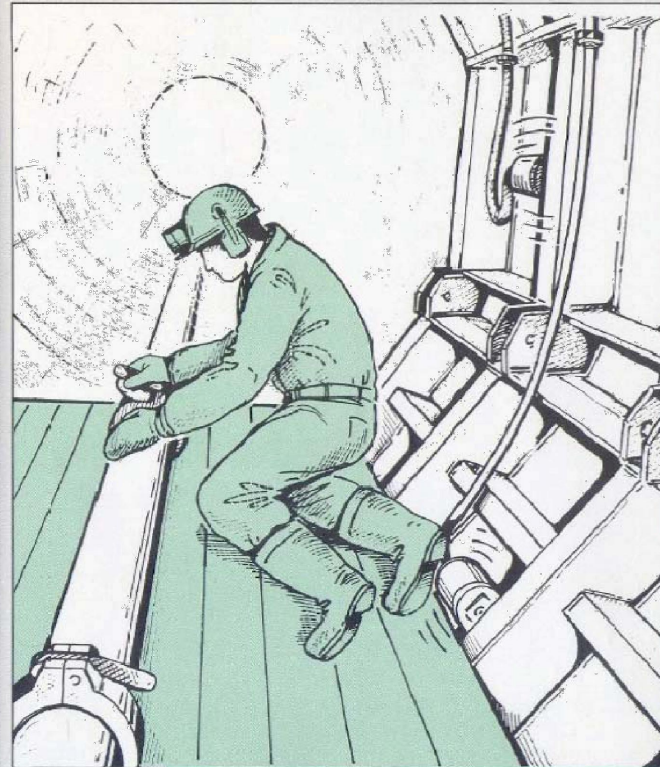
ESCALA

FECHA
Junio 2016



PELIGRO

- Tropiezos y caídas
- Ruido del vibrador



PROTECCION

- Construir una plataforma para trabajo o plataforma de acceso
- Usar protección de oídos

TÍTULO DEL PROYECTO

Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés.
Tramo Sant Cugat – Mundet

AUTOR DEL PROYECTO

Pilar López Camacho

FIRMA

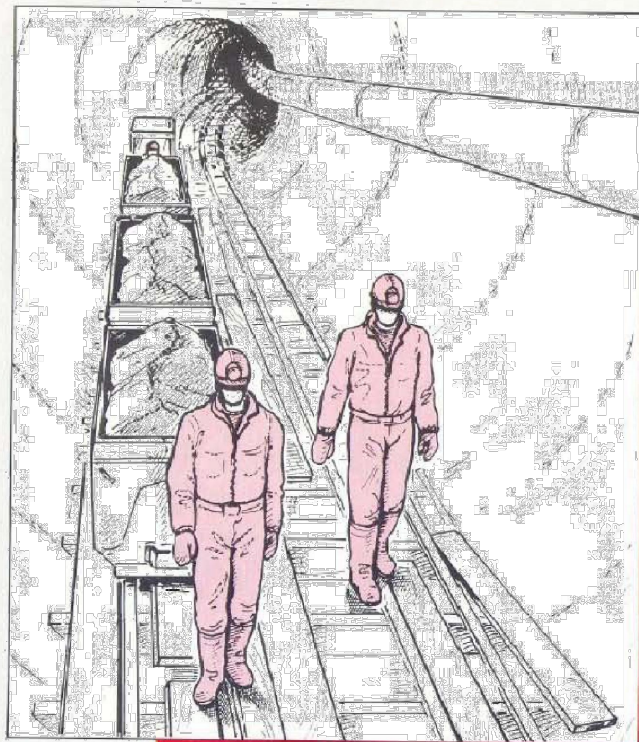
NOMBRE DEL PLANO

Colocación de las
dovelas

ESCALA

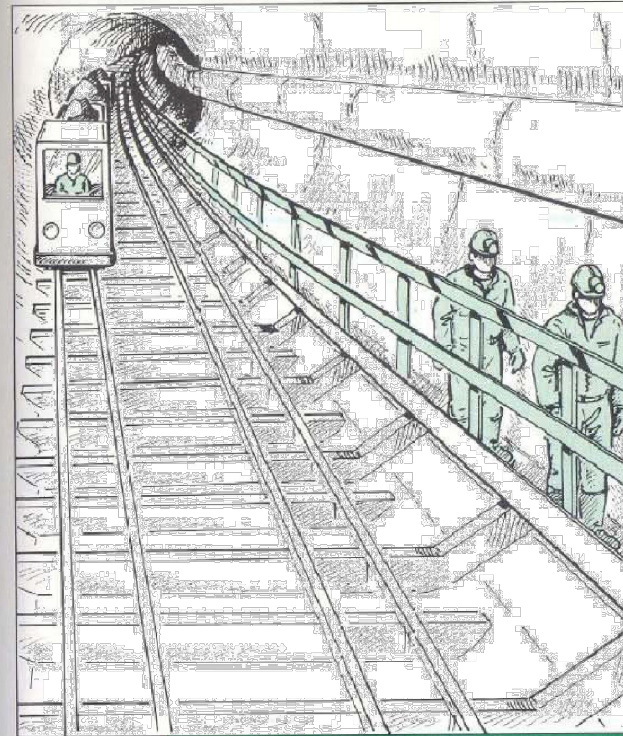
FECHA

Junio 2016



PELIGRO

- Ser arrollado por elementos en movimiento
- Peligro de tropiezo en las irregularidades del suelo.



PROTECCION

- Usar pasarelas para peatones
- Locomotor en el frente del tren
- En túneles largos, usar vagones especiales para el transporte del personal
- Mantener el suelo limpio de obstáculos
- Usar, si es posible, doble vía
- Equipar las locomotoras con luces frontales y claxon

TÍTULO DEL PROYECTO

Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés.
Tramo Sant Cugat – Mundet

AUTOR DEL PROYECTO

Pilar López Camacho

FIRMA

NOMBRE DEL PLANO

Transporte de
material en pozos

ESCALA

FECHA

Junio 2016

Documento 3: Pliego de prescripciones técnicas

PLIEGO

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1. Identificación de las obras

1.2. Objeto

Este pliego de condiciones del Estudio de Seguridad y Salud comprende: el conjunto de especificaciones que tendrán que cumplir tanto el Plan de Seguridad y Salud del contratista como el documento de gestión preventiva (planificación, organización, ejecución y control) de la obra, las diferentes protecciones a utilizar para la reducción de los riesgos (medios auxiliares de utilidad preventiva, sistemas de protección colectiva, equipos de protección individual), implantaciones provisionales para la salubridad y confort de los trabajadores, así como las técnicas de su implementación en la obra y las que tendrán que mandar la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y de obras accesorias. Para cualquier tipo de especificación no incluida en este pliego, se tendrán en cuenta las condiciones técnicas que se derivan de entender como normas de aplicación:

- a) Todas aquellas contenidas en el:
 - Pliego General de Condiciones Técnicas de la Edificación, confeccionado por el Centro Experimental de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de Colegios de Arquitectos y adaptado a sus obras por la Dirección General de Arquitectura (en el caso de Edificación).
 - Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado y adaptado a sus obras por la Dirección de Política Territorial y Obras Públicas (en el caso de Obra Pública).
- b) Reglamento General de Contratación del Estado, Normas Tecnológicas de la Edificación publicadas por el Ministerio de Vivienda y posteriormente por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- c) La normativa legislativa vigente de obligado cumplimiento y las condicionadas por las compañías suministradoras de servicios públicos, todas ellas en el momento de la oferta.

1.3. Documentos que definen el Estudio de Seguridad y Salud

Según la normativa legal vigente, Art. 5, 2 del RD 1627/1997, de 24 de octubre sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción”, el Estudio de Seguridad tendrá que formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su defecto, del proyecto de obra, teniendo que ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que comporta la realización de la obra, conteniendo como mínimo los siguientes documentos:

Memoria: Descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que tengan que ser utilizados o cuya utilización se pueda prever; identificación de los Riesgos Laborales que puedan ser evitados, indicando al efecto las medidas técnicas necesarias para hacerlo; relación de los riesgos laborales que no se puedan eliminar conforme a los señalizados anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendientes a controlar y reducir los citados riesgos y valorando la eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Pliego: De condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra que se trate, así como las prescripciones que se deberán cumplir en relación con: las

características, el uso y la conservación de las máquinas, utensilios, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Planos: donde se desarrollan los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Mediciones: De todas las unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidas o proyectadas.

Presupuesto: Cuantificación del conjunto de costes previstos para la aplicación y ejecución del Estudio de Seguridad y Salud.

1.4. Compatibilidad y relación entre dichos documentos

El Estudio de Seguridad y Salud forma parte del proyecto de ejecución de obra, o en su caso, del proyecto de obra, teniendo que ser cada uno de los documentos que lo integran, coherente con el contenido del proyecto y recoger las medidas preventivas, de carácter paliativo, adecuadas a los riesgos, no eliminados o reducidos en la fase de diseño, que comporte la realización de la obra, en los plazos y circunstancias sociotécnicas donde la misma se tenga que materializar.

El pliego de condiciones particulares, los planos y presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud son documentos contractuales que quedarán incorporados al Contrato y, por consiguiente, son de obligado cumplimiento salvo modificaciones debidamente autorizadas.

El resto de documentos o datos del Estudio de Seguridad y Salud son informativos y están constituidos por la memoria descriptiva, con todos sus anexos, los detalles gráficos de interpretación, las medidas y los presupuestos parciales.

Los citados documentos informativos representan sólo una opinión fundamentada del autor del Estudio de Seguridad y Salud, sin que esto suponga que se responsabilice de la veracidad de los datos que se suministren. Estos datos se tienen que considerar únicamente como complemento de información que el contratista tiene que adquirir directamente y con sus propios medios.

Sólo los documentos contractuales constituyen la base del contrato; por tanto, el contratista no podrá alegar ni introducir en su Plan de Seguridad y Salud ninguna modificación de las condiciones del contrato basándose en los datos contenidos en los documentos informativos, salvo que estos datos aparezcan en algún documento contractual.

El contratista será, pues, responsable de los errores que puedan derivarse de no obtener la suficiente información directa que rectifique o ratifique la contenida en los documentos informativos del Estudio de Seguridad y Salud.

Si hubiera contradicción entre los planos y las prescripciones técnicas particulares, en caso de incluirse éstas como documento que complemente el pliego de condiciones generales del proyecto, prevalecería el que se ha prescrito en las prescripciones técnicas particulares. En cualquier caso, ambos documentos prevalecerían sobre las prescripciones técnicas generales.

En el caso de que en el pliego de condiciones figuren aspectos que no contemplen los planos, o viceversa, tendrán que ser ejecutados como si hubiera sido expuesto en ambos documentos siempre que, a criterio del autor del Estudio de Seguridad y Salud, queden suficientemente definidas las unidades de seguridad y salud correspondientes, y éstas tengan precio en el contrato.

2. DEFINICIONES Y COMPETENCIAS DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Dentro del ámbito de la respectiva capacidad de decisión, cada uno de los actores del hecho

constructivo estará obligado a tomar decisiones ajustándose a los principios generales de la acción preventiva (art. 15 a la L. 31/1995):

1. Evitar los riesgos.
2. Evaluar los riesgos inevitables.
3. Combatir los riesgos en su origen.
4. Adaptar la tarea a la persona, en particular en lo que se refiere a la concepción de los lugares de trabajo, así como también en lo referente a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con el objetivo específico de atenuar la labor monótona y repetitiva y de reducir los efectos en la salud.
5. Tener en cuenta la evolución de la técnica.
6. Sustituir lo que sea peligroso por lo que comporte poco o ningún peligro.
7. Planificar la prevención, con la investigación de un conjunto coherente que integre las técnicas, la organización de las tareas, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
8. Adoptar medidas que prioricen la protección colectiva por encima de la individual.
9. Facilitar las correspondientes instrucciones a los trabajadores.

2.1. Promotor

A los efectos del presente Estudio de Seguridad y Salud, será considerado promotor cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decida, impulse, programe y financie, con recursos propios o ajenos, las obras de construcción o para su posterior entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Competencias en materia de seguridad y salud del promotor:

10. Designar al técnico competente para la coordinación de seguridad y salud en fase de proyecto cuando sea necesario o se crea conveniente.
11. Designar en fase de proyecto, la redacción del Estudio de Seguridad, facilitando, al proyectista y al coordinador respectivamente, la documentación e información previa necesaria para la elaboración del proyecto y redacción del Estudio de Seguridad y Salud, así como autorizar a los mismos las modificaciones pertinentes.
12. Facilitar la intervención en la fase de proyecto y preparación de la obra del coordinador de seguridad y salud.
13. Designar al coordinador de seguridad y salud en la fase de obra para la aprobación del Plan de Seguridad y Salud (aportado por el contratista con antelación al inicio de las obras) quien coordinará la seguridad y salud en fase de ejecución material de las mismas.
14. la designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud no exime al promotor de sus responsabilidades.
15. Gestionar el “Aviso Previo” ante la Administración Laboral y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas.
16. El promotor es el responsable de que todos los agentes que participan en la obra tengan en cuenta las observaciones del coordinador de seguridad y salud debidamente justificadas o bien propongan unas medidas similares en cuanto a su eficacia

2.2. Coordinador de Seguridad y Salud

El coordinador de seguridad y salud será, a los efectos del presente Estudio de Seguridad y Salud, cualquier persona física legalmente habilitada por sus conocimientos específicos y que cuente con una titulación académica en construcción.

Es designado por el promotor en calidad de coordinador de seguridad: a) en fase de concepción, estudio y elaboración del proyecto o b) durante la ejecución de la obra.

El coordinador de seguridad y salud forma parte de la dirección de obra o dirección facultativa / dirección de ejecución.

Competencias en materia de seguridad y salud del coordinador de seguridad del proyecto:

El coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto, es designado por el promotor cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas.

Las funciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto, según el RD 1627/1997, son las siguientes:

17. Velar para que en fase de concepción, estudio y elaboración del proyecto, el proyectista tenga en consideración los “Principios generales de la prevención en materia de seguridad y salud” (art. 15 a la L.31/1995) y en particular:
 - d) Tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con la finalidad de planificar las diferentes tareas o fases de trabajo que se desarrollen simultánea o sucesivamente.
 - e) Estimar la duración requerida por la ejecución de las diferentes tareas o fases de trabajo.
18. Trasladar al proyectista toda la información preventiva necesaria que necesita para integrar la seguridad y salud en las diferentes fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra.

Tener en cuenta, cada vez que se requiera, cualquier estudio de seguridad y salud o estudio básico, así como las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores (mantenimiento).

Coordinar la aplicación de lo que se dispone en los puntos anteriores y redactar o hacer redactar el Estudio de Seguridad y Salud.

Competencias en materia de seguridad y salud del coordinador de seguridad y salud de obra:

El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, es designado por el Promotor en todos aquellos casos en que intervenga más de una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

Las funciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, según el RD 1627/1997, son las siguientes:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de la acción preventiva (art. 15 L. 31/1995):
 - a) En el momento de tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar las diferentes tareas o fases de trabajo que se tengan que desarrollar simultánea o sucesivamente.
 - b) En la estimación de la duración requerida para la ejecución de estos trabajos o fases de trabajo.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y si es necesario los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que recoge el artículo 15 de la Ley de prevención de riesgos laborales (L.31/1995 de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a las que se refiere el artículo 10 del RD 1627/1997 de 24 de octubre sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:
 - a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - b) La elección de la ubicación de los lugares y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - c) La manipulación de los diferentes materiales y la utilización de los medios auxiliares.

- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, a fin de corregir los defectos que puedan afectar a la seguridad y a la salud de los trabajadores.
 - e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenaje y depósito de los diferentes materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
 - f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
 - g) El almacenaje y la eliminación o evacuación de los residuos y sobras.
 - h) La adaptación, de acuerdo con la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que tendrá que dedicarse a los diferentes trabajos o fases de trabajo.
 - i) La información y coordinación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
 - j) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
3. Aprobar el Plan de Seguridad y Salud (PSS) elaborado por el contratista y, si acontece, las modificaciones que se hubieran introducido. La dirección facultativa tomará esta función cuando no sea necesario la designación de coordinador.
 4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de prevención de riesgos laborales.
 5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
 6. Adoptar las medidas necesarias para que sólo puedan acceder a la obra las personas autorizadas.

El coordinador de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra responderá ante el promotor, del cumplimiento de su función como *staff* asesor especializado en prevención de la siniestralidad laboral, en colaboración estricta con los diferentes agentes que intervengan en la ejecución material de la obra. Cualquier divergencia será presentada al promotor como máximo responsable de la gestión constructiva de la promoción de la obra, a fin de que éste tome, en función de su autoridad, la decisión ejecutiva necesaria.

Las responsabilidades del coordinador no eximirán de sus responsabilidades al promotor, fabricantes y suministradores de equipos, herramientas y medios auxiliares, dirección de obra o dirección facultativa, contratistas, subcontratistas, trabajadores autónomos y trabajadores.

2.3. Projectista

Es el técnico habilitado profesionalmente quien, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste, contando en este caso, con la colaboración del coordinador de seguridad y salud designado por el promotor.

Cuando el Proyecto se desarrolla o completa mediante proyectos parciales o de otros documentos técnicos, cada projectista asume la titularidad de su proyecto.

Competencias en materia de seguridad y salud del projectista

7. Considerar las sugerencias del coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto para integrar los principios de la acción preventiva (Art.15 L. 31/1995), tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización que puedan afectar a la planificación de los trabajos o fases de trabajo durante la ejecución de las obras.
8. Acordar, en su caso, con el promotor, la contratación de colaboraciones parciales.

2.4. Director de Obra

Es el técnico habilitado profesionalmente quien, formando parte de la dirección de obra o dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y

medioambientales, de conformidad con el proyecto que lo define, la licencia constructiva y otras autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar la adecuación al fin propuesto. En el supuesto que el director de obra dirija además la ejecución material de la misma, asumirá la función técnica de su realización y del control cualitativo y cuantitativo de la obra ejecutada y de su calidad.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra, contando con la colaboración del coordinador de seguridad y salud en fase de obra, nombrado por el promotor.

Competencias en materia de seguridad y salud del director de obra:

9. Verificar el replanteo, la adecuación de los fundamentos, estabilidad de los terrenos y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
10. Si dirige la ejecución material de la obra, verificar la recepción de obra de los productos de construcción, ordenando la realización de los ensayos y pruebas precisas; comprobar los niveles, desplomes, influencia de las condiciones ambientales en la realización de los trabajos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos de las instalaciones y de los medios auxiliares de utilidad preventiva y la señalización, de acuerdo con el proyecto y el estudio de seguridad y salud.
11. Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencia las instrucciones necesarias para la correcta interpretación del proyecto y de los medios auxiliares de utilidad preventiva y soluciones de seguridad y salud integrada, previstas en el mismo.
12. elaborar a requerimiento del coordinador de seguridad y salud o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra y que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajos, siempre que las mismas se adecuen a las disposiciones normativas contempladas en la redacción del proyecto y de su estudio de seguridad y salud.
13. Suscribir el acta de replanteo o principio de la obra, confrontando previamente con el coordinador de seguridad y salud la existencia previa del acta de aprobación del Plan de Seguridad y Salud del contratista.
14. Certificar el final de obra, simultáneamente con el coordinador de seguridad, con los visados que sean preceptivos.
15. Conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra y de seguridad y salud ejecutadas, simultáneamente con el coordinador de seguridad.
16. Las instrucciones y órdenes que den la dirección de obra o dirección facultativa serán normalmente verbales, teniendo fuerza para obligar en todos los efectos. Los desvíos respecto al cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, se anotarán por el coordinador en el libro de incidencias.
17. Elaborar y suscribir conjuntamente con el coordinador de seguridad, la memoria de seguridad y salud de la obra finalizada, para entregarla al promotor con los visados que fueran preceptivos.

2.5. Contratista o constructor (empresario principal) y Subcontratistas

Definición de contratista:

Es cualquier persona física o jurídica que, individual o colectivamente, asume contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar, en condiciones de solvencia y seguridad, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al contrato, el proyecto y su estudio de seguridad y salud.

Definición de subcontratista:

Es cualquier persona física o jurídica que asume, contractualmente ante el contratista o empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al contrato, al proyecto y al plan de seguridad del contratista, por el que se rige su ejecución.

Competencias en materia de seguridad y salud del contratista y/o subcontratista:

18. El contratista deberá ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a las directrices del estudio y a compromisos del plan de seguridad y salud, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del coordinador de seguridad y salud, con la finalidad de llevar a cabo las condiciones preventivas de la siniestralidad laboral y la seguridad de la calidad, comprometidas en el plan de seguridad y salud y exigidas en el proyecto.
19. Tener acreditación empresarial y la solvencia y capacitación técnica, profesional y económica, que lo habilite para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor (y/o subcontratista, en su caso), en condiciones de seguridad y salud.
20. Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor (y/o subcontratista, en su caso) en la obra y que, por su titulación o experiencia, deberá tener la capacidad adecuada de acuerdo con las características y complejidad de la obra.
21. Asignar en la obra los medios humanos y materiales que por su importancia requiera.
22. Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
23. Redactar y firmar el Plan de Seguridad y Salud que desarrolle el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto. El subcontratista podrá incorporar las sugerencias de mejora correspondientes a su especialización en el Plan de Seguridad y Salud del contratista y presentarlos en la aprobación del coordinador de seguridad.
24. El representante legal del contratista firmará el acta de aprobación del Plan de Seguridad y Salud conjuntamente con el coordinador de seguridad.
25. Firmar el acta de replanteo o principio y el acta de recepción de la obra.
26. Aplicará los principios de la acción preventiva que recoge el artículo 15 de la Ley de prevención de riesgos laborales, en particular, en desarrollar las tareas o actividades indicadas en el citado artículo 10 del RD 1627/1997:
 - k) Cumplir y hacer cumplir a su personal todo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud (PSS).
 - l) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, si acontece, las obligaciones referentes a la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de prevención de riesgos laborales y en consecuencia cumplir el RD 171/2004, así como las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del RD 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
 - m) Informar y facilitar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que se tengan que adoptar en cuanto a seguridad y salud en la obra.
 - n) Atender a las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y si es el caso, de la dirección facultativa.
27. Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud (PSS) en relación con las obligaciones que corresponden directamente a ellas o, si acontece, a los trabajadores autónomos que hayan contratado.
28. Además, los contratistas y subcontratistas se responsabilizarán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de prevención de riesgos laborales.
29. El contratista principal deberá vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de las empresas subcontratistas.
30. Antes del inicio de la actividad en la obra, el contratista principal exigirá a los subcontratistas que acrediten por escrito que han efectuado, para los trabajos a realizar, la evaluación de riesgos y la planificación de su actividad preventiva. Así mismo, el contratista principal exigirá a los subcontratistas que acrediten por escrito que han cumplido sus obligaciones en materia de información y formación respecto a los trabajadores que deban prestar servicio en la obra.
31. El contratista principal tendrá que comprobar que los subcontratistas que concurren en la obra han establecido entre ellos los medios necesarios de coordinación.

32. Las responsabilidades del coordinador, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus obligaciones a los contratistas ni a los subcontratistas.
33. El constructor será responsable de la correcta ejecución de los trabajos mediante la aplicación de procedimientos y métodos de trabajo intrínsecamente seguros (SEGURIDAD INTEGRADA), para asegurar la integridad de las personas, los materiales y los medios auxiliares utilizados en la obra.
34. El contratista principal facilitará por escrito al inicio de la obra, el nombre del director técnico, que será acreedor de la conformidad del coordinador y de la dirección facultativa. El director técnico podrá ejercer simultáneamente el cargo de jefe de obra o bien delegará la citada función a otro técnico, jefe de obra con contrastados y suficientes conocimientos de construcción a pie de obra. El director técnico, o en su ausencia, el jefe de obra o el encargado general, ostentarán sucesivamente la prelación de representación del contratista en la obra.
35. El representante del contratista en la obra asumirá la responsabilidad de la ejecución de las actividades preventivas incluidas en el presente pliego y su nombre figurará en el libro de incidencias.
36. Será responsabilidad del contratista y del director técnico, o del jefe de obra y/o encargado en su caso, el incumplimiento de las medidas preventivas en la obra y entorno material de conformidad a la normativa legal vigente.
37. El contratista también será responsable de la realización del Plan de Seguridad y Salud (PSS), así como de la específica vigilancia y supervisión de Seguridad, tanto del personal propio como subcontratado, y de facilitar las medidas sanitarias de carácter preventivo laboral, formación, información y capacitación del personal, conservación y reposición de los elementos de protección personal de los trabajadores, cálculo y dimensiones de los sistemas de protecciones colectivos y en especial, las barandillas y pasarelas, condena de agujeros verticales y horizontales susceptibles de permitir la caída de personas u objetos, características de las escaleras y estabilidad de los escalones y apoyos, orden y limpieza de las zonas de trabajo, iluminación y ventilación de los lugares de trabajo, andamios, encofrados y apuntalamientos, acopios y almacenamientos de materiales, órdenes de ejecución de los trabajos constructivos, seguridad de las máquinas, grúas, aparatos de elevación, medidas auxiliares y equipos de trabajo en general, distancia y localización de extendido y canalizaciones de las compañías suministradoras, así como cualquier otra medida de carácter general y de obligado cumplimiento, según la normativa legal vigente y las costumbres del sector, y que pueda afectar a este centro de trabajo.
38. El director técnico (o el jefe de obra) visitará la obra como mínimo con una cadencia diaria y deberá dar las instrucciones pertinentes al encargado general, quien deberá ser una persona de probada capacidad para el cargo y tendrá que estar presente en la obra durante la realización de todo el trabajo que se ejecute. siempre que sea preceptivo y no exista otra persona designada al efecto, se entenderá que el encargado general es al mismo tiempo el supervisor general de seguridad y salud del centro de trabajo por parte del contratista, con independencia de cualquier otro requisito formal.
39. La aceptación expresa o tácita del contratista presupone que éste ha reconocido: la ubicación del terreno, las comunicaciones, accesos, afectación de servicios, características del terreno, medidas de seguridad necesarias, etc. y no podrá alegar en el futuro ignorancia de tales circunstancias.
40. El contratista tendrá que disponer de las pólizas de seguro necesarias para cubrir las responsabilidades que puedan acontecer por motivos de la obra y su entorno, y será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que pueda ocasionar a terceros, tanto por omisión como por negligencia, imprudencia o impericia profesional del personal a su cargo, así como de los subcontratistas, industriales y/o trabajadores autónomos que intervengan en la obra.
41. Las instrucciones y órdenes que dé la dirección de obra o dirección facultativa serán normalmente verbales, teniendo fuerza para obligar a todos los efectos. Las desviaciones respecto al cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, serán anotadas por el coordinador en el libro de incidencias.
En caso de incumplimiento reiterado de los compromisos del Plan de Seguridad y Salud (PSS), el coordinador y técnicos de la dirección de obra o dirección facultativa, constructor, director técnico, jefe de obra, encargado, supervisor de seguridad,

delegado sindical de prevención o los representantes del servicio de prevención (propio o concertado) del contratista y/o subcontratistas tienen el derecho a hacer constar en el libro de incidencias todo aquello que consideren de interés para reconducir la situación a los ámbitos previstos en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

42. Las condiciones de seguridad y salud del personal dentro de la obra y sus desplazamientos hacia o desde su domicilio particular, serán responsabilidad de los contratistas y/o subcontratistas así como de los propios trabajadores autónomos.
43. También será responsabilidad del contratista: el cerramiento perimetral del recinto de la obra y protección de la misma, el control y reglamento interno de policía en la entrada para evitar la intromisión incontrolada de terceros ajenos y curiosos, la protección de accesos y la organización de zonas de paso con destinación a los visitantes de las oficinas de obra.
44. El contratista tendrá que disponer de un sencillo pero efectivo plan de emergencia para la obra, en previsión de incendios, lluvias, heladas, viento, etc. que pueda poner en situación de riesgo el personal de obra, a terceros o a los medios e instalaciones de la propia obra o limítrofes.
45. El contratista y/o subcontratistas tienen absolutamente prohibido el uso de explosivos sin autorización por escrito de la dirección de obra o dirección facultativa.
46. La utilización de grúas, elevadores u otras máquinas especiales, se realizará por operarios especializados, poseedores del carné de grúa torre, del título de operador de grúa móvil y en otros casos la acreditación que corresponda bajo la supervisión de un técnico especializado y competente a cargo del contratista. El coordinador recibirá una copia de cada título de habilitación firmada por el operador de la máquina y del responsable técnico que autoriza la habilitación avalando la idoneidad de aquél para realizar su tarea en esta obra en concreto.
47. Todos los operadores de grúa móvil tendrán que estar en posesión del carné de gruista según la Instrucción Técnica Complementaria "MIE-AEM-4" aprobada por RD 837/2003 expedido por el órgano competente o en su defecto certificado de formación como operador de grúa del Instituto Gaudí de la Construcción o entidad similar; todo ello para asegurar el total conocimiento de los equipos de trabajo de forma que se pueda garantizar la máxima seguridad en las tareas a desarrollar.
48. El delegado del contratista tendrá que certificar que todos los operadores de grúa móvil se encuentran en posesión del carné de gruista según especificaciones del párrafo anterior, así mismo deberá certificar que todas las grúas móviles que se utilizan en la obra cumplen todas y cada una de las especificaciones establecidas en la ITC "MIE-AEM-4".

2.6. Trabajadores Autónomos

Persona física diferente al contratista y/o subcontratista que realizará de forma personal y directa una actividad profesional sin ninguna sujeción a un contrato de trabajo y que asumirá contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Competencias en materia de seguridad y salud del trabajador autónomo:

49. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de prevención de riesgos laborales, en particular, en desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/1997.
50. Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud que establece el anexo IV del RD 1627/1997, durante la ejecución de la obra.
51. Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, 1,2, de la Ley de prevención de riesgos laborales.
52. Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidas en el artículo 24 de la Ley de prevención de riesgos laborales, participando, en particular, en cualquier medida de actuación coordinada que se haya establecido.
53. Utilizar los equipos de trabajo de acuerdo con aquello dispuesto en el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo por parte de los trabajadores.

54. Escoger y utilizar los equipos de protección individual, según prevé el RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativo a la utilización de los equipos de protección individual por parte de los trabajadores.
55. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra y de la dirección de obra o dirección facultativa, si la hay.
56. Los trabajadores autónomos deberán cumplir aquello establecido en el Plan de Seguridad y Salud (PSS):
 - o) La maquinaria, los aparatos y las herramientas que se utilicen en la obra, tienen que responder a las prescripciones de seguridad y salud, equivalentes y propias, de los equipamientos de trabajo que el empresario-contratista pone a disposición de sus trabajadores.
 - p) Los autónomos y los empresarios que ejercen personalmente una actividad en la obra tienen que utilizar equipamiento de protección individual apropiado y respetar el mantenimiento, para el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas de protección colectiva instalados en la obra, según el riesgo que se deba prevenir y el entorno del trabajo.

2.7. Trabajadores

Persona física diferente al contratista, subcontratista y/o trabajador autónomo que realizará de forma personal y directa una actividad profesional remunerada por cuenta ajena, con sujeción a un contrato laboral, y que asumirá contractualmente ante el empresario el compromiso de desarrollar en la obra las actividades correspondientes a su categoría y especialidad profesional, siguiendo las instrucciones de aquél.

Competencias en materia de seguridad y salud del trabajador:

57. El deber de obedecer las instrucciones del contratista en aquello relativo a seguridad y salud.
58. El deber de indicar los peligros potenciales.
59. Tiene responsabilidad de sus actos personales.
60. Tiene el derecho a recibir información adecuada y comprensible y a formular propuestas, en relación con la seguridad y salud, en especial sobre el Plan de Seguridad y Salud (PSS).
61. Tiene el derecho a la consulta y participación, de acuerdo con el artículo 18, 2 de la Ley de prevención de riesgos laborales.
62. Tiene el derecho de dirigirse a la autoridad competente.
63. Tiene el derecho de interrumpir el trabajo en caso de peligro inminente y serio para su integridad y/o la de sus compañeros o terceros ajenos a la obra.
64. Tiene el derecho de hacer uso de unas instalaciones provisionales de salubridad y confort, previstas especialmente para el personal de obra, suficientes, adecuadas y dignas, durante toda su permanencia en la obra.

3. DOCUMENTACIÓN PREVENTIVA DE CARÁCTER CONTRACTUAL

3.1. Interpretación de los documentos vinculantes en materia de Seguridad y Salud

Excepto en el caso que la escritura del contrato o documento de convenio contractual lo indique específicamente de otra manera, el orden de prelación de los documentos contractuales en materia de seguridad y salud para esta obra será el siguiente:

65. Escritura del contrato o documento del convenio contractual.
66. Bases del concurso.
67. Pliego de prescripciones para la redacción de los estudios de seguridad y salud y la coordinación de seguridad y salud en fase de proyecto y/o de obra.
68. Pliego de condiciones generales del proyecto y del Estudio de Seguridad y Salud.

69. Pliego de condiciones facultativas y económicas del proyecto y del estudio de seguridad y salud.
70. Procedimientos operativos de seguridad y salud y/o procedimientos de control administrativo de seguridad, redactados durante la redacción del proyecto y/o durante la ejecución material de la obra, por el coordinador de seguridad.
71. Planos y detalles gráficos del Estudio de Seguridad y Salud.
72. Plan de acción preventiva del empresario-contratista.
73. Plan de Seguridad y Salud de desarrollo del Estudio de Seguridad y Salud del contratista para la obra en cuestión.
74. Protocolos, procedimientos, manuales y/o normas de seguridad y salud internas del contratista y/o subcontratista, de aplicación en la obra.

Hecha esta excepción, los diferentes documentos que constituyen el contrato serán considerados mutuamente explicativos, pero en el caso de ambigüedades o discrepancias interpretativas de temas relacionados con la seguridad serán aclarados y corregidos por el director de obra quien, tras consultar con el coordinador de seguridad, hará uso de su facultad de aclarar al contratista las interpretaciones pertinentes.

Si, en el mismo sentido, el contratista descubre errores, omisiones, discrepancias o contradicciones tendrá que notificarlo inmediatamente por escrito al director de obra, quien, tras consultar con el coordinador de seguridad, aclarará rápidamente todos los asuntos, notificando su resolución al contratista. Cualquier trabajo relacionado con temas de seguridad y salud que hubiera sido ejecutado por el contratista sin previa autorización del director de obra o del coordinador de seguridad, será responsabilidad del contratista, permaneciendo el director de obra y el coordinador de seguridad eximidos de cualquier responsabilidad derivada de las consecuencias de las medidas preventivas, técnicamente inadecuadas, que haya podido adoptar el contratista por su cuenta.

En el caso que el contratista no notifique por escrito el descubrimiento de errores, omisiones, discrepancias o contradicciones, éstas, no sólo no lo eximen de la obligación de aplicar las medidas de seguridad y salud (razonablemente exigibles por la reglamentación vigente, los usos y la praxis habitual de la seguridad integrada en la construcción que sea manifiestamente indispensable para llevar a cabo el espíritu o la intención puesta en el proyecto y el Estudio de Seguridad y Salud), sino que tendrán que ser materializadas como si hubieran estado completas y correctamente especificadas en el proyecto y en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Todas las partes del contrato se entienden como complementarias entre sí, por lo que cualquier trabajo requerido en un solo documento, aunque no esté citado en ningún otro, tendrá el mismo carácter contractual que si se hubiera recogido en todos.

3.2. Vigencia del Estudio de Seguridad y Salud

El coordinador de seguridad (a la vista del contenido del Plan de Seguridad y Salud aportado por el contratista como documento de gestión preventiva de adaptación de su propia “cultura preventiva interna de empresa”, el desarrollo del contenido del proyecto y el Estudio de Seguridad y Salud para la ejecución material de la obra), podrá indicar en el acta de aprobación del Plan de Seguridad, la declaración expresa de subsistencia de aquellos aspectos que puedan estar, a su criterio, mejor desarrollados en el Estudio de Seguridad, que amplíen y complementen los contenidos del Plan de Seguridad y Salud del contratista.

Los procedimientos operativos y/o administrativos de seguridad que pudieran redactar el coordinador de seguridad y salud con posterioridad a la aprobación del Plan de Seguridad y Salud, tendrán la consideración de documento de desarrollo del Estudio y Plan de Seguridad, siendo por consiguiente, vinculantes para las partes contratantes.

3.3. Plan de Seguridad y Salud del Contratista

De acuerdo con lo que se dispone en el RD 1627/1997, cada contratista está obligado a redactar, antes del inicio de sus trabajos en la obra, un Plan de Seguridad y Salud

adaptando este Estudio de Seguridad y Salud a sus medios, métodos de ejecución y al Plan de acción preventiva interna de empresa, conforme al RD 39 / 1997 Ley de prevención de riesgos laborales (arts. 1, 2 ap. 1, 8 y 9)

El contratista en su Plan de Seguridad y Salud está obligado a incluir los requisitos formales establecidos en el Art. 7 del RD 1627/ 1997, aunque dispone de plena libertad para estructurar formalmente este Plan de Seguridad y Salud.

El contratista, en su Plan de Seguridad y Salud, adjuntará, como mínimo, los planos siguientes con los contenidos que en cada caso se indican.

Plano o planos de situación con las características del entorno, indicando:

- Ubicación de los servicios públicos.
 - Electricidad.
 - Alcantarillado.
 - Agua potable.
 - Gas.
 - Oleoductos.
 - Otros.
- Situación y anchura de las calles (reales y previstas).
 - Accesos al recinto.
 - Garitas de control de accesos.
- Acotado del perímetro del solar.
- Distancias del edificio con los límites del solar.
- Edificaciones vecinas existentes.
- Servidumbres.

Planos en planta de ordenación general de la obra, según las diversas fases previstas en función de su plan de ejecución real, indicando:

- Cerramiento del solar.
- Muros de contención, ataluzados, pozos, cortes del terreno y desniveles.
- Niveles definitivos de los diferentes accesos al solar y rasantes de viales colindantes.
- Ubicación de instalaciones de implantación provisional para el personal de obra:
 - Baños: equipamiento (lavabos, retretes, duchas, calentador...).
 - Vestuarios del personal: equipamiento (taquillas, bancos corridos, estufas...).
 - Refectorio o comedor: equipamiento (tablas, asientos, calentaplatos, frigorífico...).
 - Botiquín: equipamiento.
 - Otros.
- Lugares destinados a acopios.
 - Áridos y materiales ensilados.
 - Armaduras, barras, tubos y viguetas.
 - Materiales paletizados.
 - Madera.
 - Materiales ensacados.
 - Materiales en cajas.
 - Materiales en bidones.
 - Materiales sueltos.
 - Escombros y residuos.
 - Chatarra.
 - Agua.
 - Combustibles.
 - Sustancias tóxicas.
 - Sustancias explosivas y/o deflagrantes.
- Ubicación de maquinaria fija y ámbito de influencia previsto.
 - Aparatos de manutención mecánica: grúas torre, montacargas, cabrestantes, maquinillas, bajantes de escombros, cintas transportadoras, bomba de extracción de fluidos.
 - Estación de hormigonado.

- Silo de mortero.
- Planta de apisonado y/o selección de áridos.
- Circuitos de circulación interna de vehículos, límites de circulación y zonas de aparcamiento. Señalización de circulación.
- Circuitos de circulación interna del personal de obra. Señalización de seguridad.
- Esquema de instalación eléctrica provisional.
- Esquema de instalación de iluminación provisional.
- Esquema de instalación provisional de suministro de agua.

Planos en planta y secciones de instalación de Sistemas de Protección Colectiva.

(*) Representación cronológica por fases de ejecución.

- Protección en previsión de caídas de personas u objetos desde vacíos verticales de fachadas:
 - Ubicación de andamio porticado de estructura tubular que cubre la totalidad de los frentes de fachada con adelanto simultáneo a la ejecución de estructura hasta la finalización de cerramientos y cubierta (*).
 - (*) Sistema de protección colectiva preferente.
 - Ubicación y replanteo del conjunto de horquillas metálicas y redes de seguridad (*).
 - (*) En caso de no realizarse seguridad integrada con andamios tubulares, previa justificación en el ESS.
 - Ubicación y replanteo de redes de desencofrado.
 - Ubicación y replanteo de barandillas de seguridad (*).
 - (*) En caso de no realizarse seguridad integrada con andamios tubulares, previa justificación en el ESS.
 - Ubicación y replanteo de marquesinas en voladizo de seguridad (*).
 - (*) En caso de no realizarse seguridad integrada con andamios tubulares, previa justificación en el ESS.
- Protección en previsión de caídas de personas u objetos desde vacíos verticales de escaleras:
 - Ubicación y replanteo de redes verticales de seguridad en perímetro y vacío de travesaños de escaleras (*).
 - (*) Sistema de protección colectiva preferente.
 - Ubicación y replanteo de barandillas de seguridad en perímetro y vacío de travesaños de escaleras.
- Protección en previsión de caídas de personas u objetos desde vacíos horizontales de patios de luces, chimeneas, vacíos de instalaciones y encofrados.
 - Ubicación y replanteo de condena con malla electrosoldada embrochada en el zuncho perimetral (*).
 - (*) Sistema de protección colectiva preferente en forjado
 - Ubicación y replanteo de redes horizontales de seguridad en patios interiores.
 - Planta de estructura con ubicación y replanteo de redes horizontales de seguridad bajo tableros y sopandas de encofrados horizontales recuperables.
 - Ubicación y replanteo de entarimado horizontal de madera en pasos de instalaciones, arquetas y registros provisionales.
 - Ubicación y replanteo de barandilla perimetral de seguridad.

Planos de protecciones en plataformas y zonas de paso. Contenido:

- Pasarelas (ubicación y elementos constitutivos).
- Escaleras provisionales.
- Detalles de tapas provisionales de arquetas o de vacíos.
- Abalanzamiento y señalización de zonas de paso.
- Condena de accesos y protecciones en contención de estabilidad de terrenos.

Ubicación de andamios colgantes: proyecto y replanteo de los pescantes y las guindolas.

Ságula de cable para anclaje y deslizamiento de cinturón de seguridad en perímetros exteriores con riesgo de caídas de altura.

Plano o planos de distribución de elementos de seguridad para el uso y mantenimiento posterior de la obra ejecutada (*).

- Andamios suspendidos sobre guindolas carrileras para limpieza de fachada.
 - Plataformas deslizantes sobre carriles para mantenimiento de paramentos verticales.
 - Andamios especiales.
 - Plataformas en voladizo y descargaderos móviles para introducción y evacuación de equipos.
 - Barandillas perimetrales móviles para trabajos de mantenimiento en cubiertas no transitables.
 - Escalas de gato con enclave de accesos y equipamiento de sistema de protección colectiva.
 - Replanteo de anclajes y sárgulas para cinturones en fachadas, chimeneas, ventanales y patios.
 - Replanteo de pescantes móviles o vigas retráctiles.
 - Escalera de incendios y/o manguera textil ignífuga de evacuación.
 - Otros.
- (*) Solamente en caso de que estén contemplados en el proyecto ejecutivo.

Plano de evacuación interna de accidentados (*).

- Plano de calles para evacuación de accidentados en obras urbanas.
 - Plano de carreteras para evacuación de accidentados en obras aisladas.
- (*) Solamente para obras complejas o especiales.

Otros.

3.4. El "Libro de Incidencias"

En la obra existirá, adecuadamente protocolarizado, el documento oficial "Libro de incidencias", facilitado por la dirección de obra o dirección facultativa y visado por el Colegio Profesional correspondiente (Orden del Departamento de Trabajo de la Generalitat de Cataluña de 22 enero de 1998 DOGC 2565 -27.1.1998).

Según el artículo 13 del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, este libro tendrá que estar permanentemente en la obra, en poder del coordinador de seguridad y salud, y a disposición de la dirección de obra o dirección facultativa, contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, técnicos de los centros provinciales de seguridad y salud y del vigilante (supervisor) de seguridad, o en su caso, del representante de los trabajadores, quienes podrán realizar las anotaciones que consideren adecuadas respecto a las desviaciones en el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud, para que el contratista proceda a su notificación a la autoridad laboral en un plazo inferior a 24 horas.

3.5. Carácter vinculante del Contrato o documento del "Convenio de Prevención y Coordinación" y documentación contractual anexa en materia de Seguridad

El convenio de prevención y coordinación suscrito entre el promotor (o su representante), contratista, proyectista, coordinador de seguridad, dirección de obra o dirección facultativa y representante sindical delegado de prevención, podrá ser elevado a escritura pública a requerimiento de las partes otorgantes del mismo, siendo de cuenta exclusiva del contratista todos los gastos notariales y fiscales que se deriven.

El promotor podrá, siempre con previa notificación por escrito del contratista, asignar todas o parte de sus facultades asumidas contractualmente, a la persona física, jurídica o corporación que tuviera a bien designar al efecto, según proceda.

Los plazos y provisiones de la documentación contractual contemplada en el apartado 2.1. del presente pliego, junto con los plazos y provisiones de todos los documentos aquí incorporados por referencia, constituyen el acuerdo pleno y total entre las partes y no llevará a cabo ningún acuerdo o entendimiento de ninguna naturaleza, ni el promotor hará ningún

endoso o representaciones al contratista, salvo las que se establezcan expresamente mediante contrato. Ninguna modificación verbal a los mismos tendrá validez, fuerza ni efecto alguno.

El promotor y el contratista se obligarán a sí mismos y a sus sucesores, representantes legales y/o concesionarios, a cumplir lo pactado en la documentación contractual vinculante en materia de seguridad. El contratista no es agente o representante legal del promotor, por lo que éste no será responsable en forma alguna de las obligaciones o responsabilidades en que incurra o asuma el contratista.

No se considerará que alguna de las partes haya renunciado a algún derecho, poder o privilegio otorgado por cualquiera de los documentos contractuales vinculantes en materia de seguridad, o provisión de los mismos, salvo que tal renuncia haya sido debidamente expresada por escrito y reconocida por las partes afectadas.

Todos los recursos o remedios brindados por la documentación contractual vinculante en materia de seguridad, tendrán que ser tomados e interpretados como acumulativos, es decir, adicionales a cualquier otro recurso prescrito por la ley.

Las controversias que puedan surgir entre las partes, respecto a la interpretación de la documentación contractual vinculante en materia de seguridad, será competencia de la jurisdicción civil, no obstante, se considerarán actos jurídicos separables los que se dicten en relación con la preparación y adjudicación del contrato y, en consecuencia, podrán ser impugnados ante el orden jurisdiccional contencioso administrativo de acuerdo con la normativa reguladora de la citada jurisdicción.

4. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

Para la realización del Plan de Seguridad y Salud, el contratista tendrá en cuenta la normativa vigente en el decurso de la redacción del ESS (o EBSS), obligatoria o no, que pueda ser de aplicación.

A título orientativo y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de normativa aplicable. El contratista, no obstante, añadirá al listado general de la normativa aplicable en su obra los cambios de carácter técnico particular que no estén en la relación y corresponda aplicar a su plan.

4.1. Textos generales

- Convenios colectivos.
- Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo en la industria de la construcción. OM 20 de mayo de 1952 (BOE 15 de junio de 1958). Modificada por Orden 10 de diciembre de 1953 (BOE 2 de febrero de 1956) y Orden 23 de de septiembre 1966 (BOE 1 de octubre de 1966). Derogada parcialmente por Orden 20 de enero de 1956 (BOE 2 de febrero de 1956) y R.D. 2177/2004 (BOE 13 de noviembre de 2004).
- Ordenanza laboral de la construcción, vidrio y cerámica. OM 28 de agosto de 1970. (BOE 5, 7, 8, 9 de septiembre de 1970), en vigor capítulos VI y XVI y las modificaciones Orden 22 de marzo de 1972 (BOE 31 de marzo de 1972), Orden 28 de julio (BOE 10 de agosto de 1972) y Orden 27 de julio de 1973 (BOE 31 de julio de 1973). Derogada parcialmente por Orden 28 de diciembre (BOE 29 de diciembre de 1994).
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo. OM 9 de marzo de 1971. (BOE 16 de marzo de 1971), en vigor partes del título II. Derogada parcialmente por R.D. 1316/1989 (BOE 2 de noviembre de 1989), Ley 31/1995 (BOE 10 de noviembre de 1995), R.D. 486/1997 (BOE 23 de abril de 1997), R.D. 664/1997 (BOE 24 de mayo de 1997), R.D. 665/1997 (BOE 24 de mayo de 1997), R.D. 773/1997 (BOE 12 de junio de 1997), R.D. 1215/1997 (BOE 7 de agosto de 1997), R.D. 614/2001 (BOE 21 de junio de 2001) y R.D. 349/2003 (BOE 5 de abril de 2003).

- Cuadro de enfermedades profesionales. R.D. 1995/1978 (BOE 25 de agosto de 1978). Modificada por R.D. 2821/1981 de 27 de noviembre (BOE 1 de diciembre de 1981).
- Regulación de la jornada de trabajo, jornadas especiales y descanso. R.D. 2001/1983 de 28 de julio (BOE 29 de julio de 1983). Modificaciones por R.D. 2403/1985 (BOE 30 de diciembre de 1985), R.D. 1346/1989 (BOE 7 de noviembre 1989) y anulada parcialmente por R.D. 1561/1995 de 21 de septiembre (BOE 26 de septiembre de 1995).
- Orden de 20 de septiembre de 1986, por la que se establece el modelo de libro de incidencias correspondiente a las obras en las que sea obligatorio un estudio de Seguridad e Higiene en el trabajo (BOE de 13 de octubre de 1986).
- Establecimiento de modelos de notificación de accidentes de trabajo. OM 16 de diciembre de 1987 (BOE 29 de diciembre de 1987).
- Instrumento de ratificación de 17 de julio de 1990 del Convenio de 24 de junio de 1986 sobre Utilización del asbesto en condiciones de seguridad (numero 162 de la OIT), adoptado en Ginebra (BOE de 23 de noviembre de 1990).
- Ley de prevención de riesgos laborales. Ley 31/1995 de noviembre (BOE 10 de noviembre de 1995). Complementada por R.D. 614/2001 de 8 de junio (BOE 21 de junio de 2001).
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por la que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (BOE de 5 de junio de 1995).
- Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo (BOE de 26 de septiembre de 1995).
- Reglamento de los servicios de prevención. R.D. 39/1997 de 17 de enero (BOE 31 de enero de 1997). Complementado por Orden de 22 de abril de 1997 (BOE 24 de abril de 1997) y R.D. 688/2005 (BOE 11 de junio de 2006). Modificado por R.D. 780/1998 de 30 de abril (BOE 1 de mayo de 1998) y R.D. 604/2006 (BOE 29 de mayo de 2006).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. R.D. 486/1997 de 14 de abril de 1997 (BOE 23 de abril de 1997). Complementado por Orden TAS/2947/2007 (BOE 11 de octubre de 2007) y modificado por R.D. 2177/2004 (BOE 13 de noviembre de 2004).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que comporten riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. R.D. 487/1997 de 14 de abril de 1997 (BOE 23 de abril de 1997).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. R.D. 1215/1997 de 18 de julio (BOE 7 de agosto de 1997).
- Disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras. R.D. 1389/1997 de 5 de septiembre (BOE 7 de octubre de 1997).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. R.D. 1627/1997 de 24 de octubre (BOE 25 de octubre de 1997). Modificado por R.D. 2177/2004 (BOE 13 de noviembre 2004) y R.D. 604/2006 (BOE 29 de mayo de 2006). Complementado por R.D. 1109/2007 (BOE 25 de agosto de 2007).
- “Ordre de 12 de gener de 1998, per la qual s'aprova el model de Llibre d'Incidències en les obres de construcció (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 27 de gener de 1998)”.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. R.D. 216/1999 de 5 de febrero (BOE 24 de febrero de 1999).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (BOE de 6 de noviembre de 1999).
- Protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. R.D. 374/2001 de 6 de abril (BOE 1 de

mayo de 2001).

- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7 (BOE 112 de 10 de mayo de 2001). Complementado por R.D. 2016/2004 (BOE 23 de octubre de 2004).
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (BOE de 26 de julio de 2001).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (BOE de 13 de diciembre de 2003).
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos (BOE 10 de enero de 2004).
- Real Decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de prevención de laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales (BOE 31 de enero de 2004).
- “Decret 399/2004, de 5 d'octubre de 2004, pel qual es crea el registre de delegats i delegades de prevenció i el registre de comitès de seguretat i salut, i es regula el dipòsit de les comunicacions de designació de delegats i delegades de prevenció i de constitució dels comitès de seguretat i salut (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 7 d'octubre de 2004)”.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por parte de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (BOE de 13 de noviembre de 2004).
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español (BOE 113 de 12 de mayo).
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (BOE 127 de 29 de mayo).
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Ley ordinaria 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (BOE 250 de 19 de octubre).
- Ley orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres (BOE 23 de marzo de 2007).
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción (BOE 204 de 25 de agosto).
- “Decret 102/2008, de 6 de maig, de creació del Registre d'Empreses Acreditades de Catalunya per intervenir en el procés de contractació en el sector de la construcció (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 08 de maig de 2008)”.
- Real Decreto 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de

sustancias peligrosas, aprobado por R.D. 363/1995, de 10 de marzo, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).

- “Decret 10/2009, de 27 de gener. Decret de creació del Registre d'empreses sancionades per infraccions molt greus en matèria de prevenció de riscos laborals i del procediment per a la seva publicació (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 03 de febrer de 2009).”
- Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 327/2009 de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción (BOE 63 de 14 de marzo de 2009).
- Instrumento de Ratificación del Convenio número 187 de la OIT, sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo, hecho en Ginebra el 31 de mayo de 2006 (BOE 187 de 4 de agosto de 2009).
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción (BOE 71 de 23 de marzo de 2010).
- Reglamento (UE) nº 276/2010 de la Comisión, de 31 de marzo de 2010, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), en lo que respecta a su anexo XVII (diclorometano, aceites para lámparas y líquidos encendedores de barbacoa y compuestos organoestánicos).
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales (BOE 99 de 24 de abril de 2010).
- Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos (BOE 139 de 8 de junio de 2010).
- Real Decreto 795/2010, de 16 de junio, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan (BOE 154 de 25 de junio de 2010).
- Real Decreto 1439/2010, de 5 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio (BOE 279 de 18 de noviembre de 2010).
- Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

- Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

4.2. Condiciones ambientales

- “Ordre de 27 de juny de 1985, sobre inscripció d'empreses amb risc per amiant (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 05 d'agost de 1985)”.
- “Ordre de 30 de juny de 1987, sobre registre de dades de control de l'ambient laboral i vigilància mèdica en empreses amb risc d'amiant (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 10 de juliol de 1987)”.
- Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (BOE de 6 de febrero de 1991).
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (BOE de 24 de mayo de 1997). Modificado por Orden de 25 de marzo de 1998.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (BOE de 24 de mayo de 1997). Modificado por Real Decreto 1124/2000 (BOE de 17 de junio de 2000) y Real Decreto 349/2003 (BOE de 5 de abril de 2003).
- Real decreto 212/2002, de 22 de febrero de 2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE de 1 de marzo de 2002). Modificado por Real Decreto 524/2006 (BOE de 4 de mayo de 2006).
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo (BOE de 18 de junio de 2003).
- Ley ordinaria 37/2003 del Ruido de 17 de noviembre (BOE de 18 noviembre de 2003). Desarrollada por Real Decreto 1513/2005 (BOE de 17 de diciembre de 2005) y Real Decreto 1367/2007 (BOE de 23 de octubre 2007).
- Protección de los trabajadores ante los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (BOE 11 de marzo de 2006).
- Real decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE de 23 de octubre de 2007).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE de 16 de noviembre de 2007).

4.3. Incendios

- Ordenanzas municipales.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) (BOE de 14 de diciembre de 1993). Complementado por Orden de 16 de abril de 1998 (BOE de 28 de abril de 1998) y Orden de 27 de julio de 1999 (BOE de 5 de agosto de 1999).
- “Decret 64/1995, de 7 de març, pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 10 de març de 1995)” i desenvolupada per “Ordre MAB/62/2003 (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 24 de Febrer de 2003)”.

- Real decreto 110/2008, de 1 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. BOE núm. 37 de 12 de febrero.

4.4. Instalaciones eléctricas

- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión. R.D. 3151/1968 de 28 de noviembre (BOE 27 de diciembre de 1968). Rectificado: BOE 8 de marzo de 1969. Se deroga con efectos de 19 de septiembre de 2010, por R.D. 223/2008 (BOE 19 de marzo de 2008).
- Orden de 18 de julio de 1978, por la que se aprueba la Norma Tecnológica NTE-IEE/1978, “Instalaciones de electricidad: alumbrado exterior” (BOE de 12 de agosto de 1978).
- “Resolució de 4 de novembre de 1988, per la qual s’estableix un certificat sobre compliment de les distàncies reglamentàries d’obres i construccions a línies elèctriques (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 30 de novembre de 1988)”.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre de 1997, del Sector Eléctrico (BOE de 28 de noviembre de 1997). Complementada por Real Decreto 1955/2000 (BOE de 27 de diciembre de 2000).
- “Llei 6/2001, de 31 de maig, d’ordenació ambiental de l’enllumenament per a la protecció del medi nocturn (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 12 de juny de 2001)”.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE de 21 de junio de 2001).
- “Decret 329/2001, de 4 de desembre, pel qual s’aprova el Reglament del subministrament elèctric (DOGC Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya de 18 de desembre de 2001)”.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. R.D. 842/2002 de 2 de agosto (BOE de 18 de septiembre de 2002).
- Sentencia de 17 de febrero de 2004, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 anexa al Reglamento Electrónico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Real decreto 223/2008, de 15 de febrero, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE de 19 de marzo de 2008)”.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento electrotécnico de baja tensión: ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior e ITC-BT-33 Instalaciones provisionales y temporales de obras.

4.5. Equipos y maquinaria

- Orden de 30 de julio de 1974, por la que se determinan las condiciones que deben reunir los aparatos elevadores de propulsión hidráulica y las normas para la aprobación de sus equipos impulsores (BOE de 9 de agosto de 1974).
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para obras (BOE de 14 de junio de 1977. Modificada por Orden de 7 de marzo de 1981 (BOE de 14 de marzo de 1981). Se deroga con efectos de 29 de diciembre de 2009, por Real Decreto 1644/2008 (BOE de 11 de octubre de 2008).
- Reglamento de recipientes a presión. R.D. 1244/1979 de 4 de abril (BOE de 29 de mayo de 1979). Modificado por R.D. 507/1982 (BOE de 12 de marzo de 1982) y R.D.

1504/1990 (BOE de 28 de noviembre de 1990).

- Reglamento de aparatos de elevación y su mantenimiento. R.D. 2291/1985 de 8 de noviembre (BOE de 11 de diciembre de 1985). Derogado parcialmente por R.D. 1314/1997 (BOE de 30 de septiembre de 1997).
- Real Decreto 474/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 84/528/CEE sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico (BOE de 20 de mayo de 1988).
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (BOE de 11 de diciembre de 1992). Modificado por Real Decreto 56/1995 (BOE de 8 de febrero de 1995). Se deroga con efectos de 29 de diciembre de 2009, por Real Decreto 1644/2008 (BOE de 11 de octubre de 2008).
- Resolución de 3 abril de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial por la que se autoriza la instalación de ascensores sin cuarto de máquinas (BOE de 23 de abril de 1997).
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE de 23 de abril de 1997).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección Individual. RD 773/1997 de 30 de mayo (BOE 12 de junio de 1997).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto de 1997). Modificado por Real Decreto 2177/2004 (BOE de 13 de noviembre de 2004).
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores (BOE de 30 de septiembre de 1997). Complementado por Real Decreto 1644/2008 (BOE de 11 de octubre de 2008).
- Resolución de 10 de septiembre de 1998, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza la Instalación de ascensores con máquinas en foso (BOE de 25 septiembre de 1998).
- Real decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el cual se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión, y se modifica el Real decreto 1244/1979, de 4 de abril, que aprobó el Reglamento de aparatos de presión (BOE de 31 de mayo de 1999).
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, del Reglamento de seguridad en las máquinas, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales (BOE de 2 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura (BOE de 13 de noviembre de 2004).
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre de 2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas (BOE de 5 de noviembre de 2005).
- Real Decreto 1388/2011, de 14 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables y por la que se derogan las Directivas 76/767/CEE, 84/525/CEE, 84/526/CEE, 84/527/CEE y 1999/36/CE.
- Instrucciones Técnicas Complementarias:

ITC – MIE - AP5 del Reglamento de Aparatos a Presión "Extintores de incendio" Orden de

31 de mayo de 1982 (BOE de 23 de junio de 1982). Modificación: Orden de 26 de octubre de 1983 (BOE de 7 de noviembre de 1983), Orden de 31 de mayo de 1985 (BOE de 20 de junio de 1985), Orden de 15 de noviembre de 1989 (BOE de 28 de noviembre de 1989) y Orden de 10 de marzo de 1998 (BOE de 28 de abril de 1998).

ITC – MIE – AEM1: Ascensores electromecánicos. OM 23 de septiembre de 1987 (BOE 6 de octubre de 1987). Modificación: Orden de 11 de octubre de 1988 (BOE 21 de octubre de 1988). Autorización de instalación de ascensores con máquina en foso. Resolución de 10 de septiembre de 1998 (BOE 25 de septiembre de 1998). Autorización de la instalación de ascensores sin cuarto de máquinas. Resolución de 3 de abril de 1997 (BOE de 23 de abril de 1997).

ITC – MIE – AEM2: Grúas torre desmontables para obras. RD 836/2003 de 27 de mayo de 2003 (BOE 17 de julio de 2003).

ITC – MIE – AEM3: Carretas automotrices de manutención. OM. 26 de mayo de 1989 (BOE 9 de junio de 1989).

ITC – MIE – AEM4: Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referentes a grúas móviles autopropulsadas. RD 837/2003 de 27 de mayo de 2003 (BOE 17 de julio de 2003).

ITC - MIE - MSG1: Máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección utilizados. OM. 8 de abril de 1991 (BOE 11 de abril de 1991).

Norma UNE-58921-IN Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

4.6. Equipos de protección individual

- Comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre (BOE 28 de diciembre de 1992). Modificado por OM de 16 de mayo de 1994, por R.D. 159/1995 de 3 de febrero (BOE 8 de marzo de 1995) y por la Resolución de 27 de mayo de 2002 (BOE 4 de julio de 2002). Complementado por la Resolución de 25 de abril de 1996 (BOE de 28 de mayo de 1996), Resolución de 18 de marzo de 1998 (BOE de 22 de abril de 1998), Resolución de 29 de abril de 1999 (BOE de 29 de junio de 1999), Resolución de 28 de julio de 2000 (BOE de 8 de septiembre de 2000) y Resolución de 7 de septiembre de 2001 (BOE de 27 de septiembre de 2001).
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (BOE de 8 de marzo de 1995) modificado por Orden de 20 de febrero de 1997 (BOE de 6 de marzo de 1997).
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Decisión de la Comisión, de 16 de marzo de 2006, relativa a la publicación de las referencias de la norma EN 143:2000, Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado, de conformidad con la Directiva 89/686/CEE del Consejo (equipos de protección individual) [notificada con el número C(2006) 777].
- Normas Técnicas Reglamentarias.

4.7. Señalización

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. R.D. 485/1997 (BOE 23 de abril de 1997).
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (BOE de 18 de septiembre de 1987).

- Normas sobre señalización de obras en carreteras. Instrucción 8.3. IC del MOPU.

4.8. Diversos

- Orden de 20 de marzo de 1986 por la que se aprueban determinadas Instrucciones técnicas complementarias, relativas a los capítulos IV, V, IX y X del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (BOE de 11 de abril de 1986). Modificada por Orden de 29 de abril de 1987 (BOE de 13 de mayo de 1987) y Orden de 29 de julio de 1994 (BOE de 16 de agosto de 1994).
- Orden de 20 de junio de 1986 sobre Catalogación y Homologación de los explosivos, productos explosivos y sus accesorios (BOE de 1 de julio de 1986).
- Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de explosivos (BOE de 12 de marzo de 1998). Modificado por Real Decreto 277/2005 (BOE de 12 de marzo de 2005) y Orden INT/3543/2007 (BOE núm. 292 de 6 de diciembre de 2007). Complementada por Resolución de 24 de agosto de 2005 (BOE de 13 de septiembre de 2005), Orden PRE/252/2006 (BOE de 9 de febrero de 2006), Orden PRE/672/2006 (BOE de 11 de marzo de 2006) y Orden PRE/174/2007 (BOE de 3 de febrero de 2007).
- Orden de 16 de diciembre de 1987 por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimentación y tramitación (BOE de 29 de diciembre de 1987). Modificada por Orden TAS/2926/2002 (BOE de 21 de noviembre de 2002).
- Orden de 6 de mayo de 1988, por la que se modifica (i deroga) la Orden de 6 de octubre de 1986 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo, dictada en desarrollo del Real Decreto-Ley 1/1986, de 14 de marzo (BOE de 16 de mayo de 1988). Modificada por Orden de 29 de abril de 1999 (BOE de 25 de mayo de 1999).
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro (BOE de 19 de diciembre de 2006). Complementada por Orden TAS/1/2007 (BOE de 4 de enero de 2007).
- Resolución de 1 de agosto de 2007, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y publica el IV Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción (BOE de 17 de agosto de 2007).
- Convenios colectivos.
- Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios (BOE 268 de 6 de noviembre de 2009).
- Real Decreto 248/2010, de 5 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de explosivos, aprobados por Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, para adaptarlo a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (BOE 67 de 18 de marzo de 2010).

5. CONDICIONES ECONÓMICAS

5.1. Criterios de aplicación

El Art. 5.4 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, mantiene para el sector de la construcción, la necesidad de estimar la aplicación de la seguridad y salud como un coste “añadido” al Estudio de Seguridad y Salud, y por consiguiente, incorporado al proyecto.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del Estudio de Seguridad y Salud, tendrá que cuantificar el conjunto de “costes” previstos, tanto a los referentes a la suma total como a la

valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Solamente podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las medidas, cualidades y valoración recogidas en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en su Plan de Seguridad y Salud, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que esto no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el Estudio de Seguridad y Salud. A estos efectos, el presupuesto del ESS deberá ir incorporado en el presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

La tendencia a integrar la Seguridad y Salud (presupuesto de Seguridad y Salud = 0), se contempla en el mismo cuerpo legal cuando el legislador indica que, no se incluirán en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud los “costes” exigidos para la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emitidas de los organismos especializados. Este criterio es el aplicado en el presente ESS en el apartado relativo a Medios Auxiliares de Utilidad Preventiva (MAUP).

5.2. Certificación del presupuesto del Plan de Seguridad y Salud

Si bien el presupuesto de seguridad, con criterios de “Seguridad Integrada” tendría que estar incluido en las partidas del proyecto de forma no segregable, para las obras de construcción, se precisa el establecimiento de un criterio respecto a la certificación de las partidas contempladas en el presupuesto del Plan de Seguridad y Salud del contratista para cada obra.

El presupuesto de seguridad y salud se abonará de acuerdo con lo que indique el correspondiente contrato de obra.

5.3. Revisión de precios del Plan de Seguridad y Salud

Los precios aprobados por el coordinador de seguridad y salud y contenidos en el Plan de Seguridad y Salud del contratista, se mantendrán durante la totalidad de la ejecución material de la obra.

Excepcionalmente, cuando el contrato se haya ejecutado en un 20% y transcurrido como mínimo un año desde su adjudicación, podrá contemplarse la posibilidad de revisión de precios del presupuesto de seguridad, mediante los índices o fórmulas de carácter oficial que determine el órgano de contratación, en los plazos contemplados en el Título IV del RD Legislativo 2/2000 de 16 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de contratos de las administraciones públicas.

5.4. Penalizaciones por incumplimiento en materia de Seguridad

A criterio y por unanimidad entre el coordinador de seguridad y salud y el resto de los componentes de la dirección de obra o dirección facultativa, la reiteración de incumplimientos en la aplicación de los compromisos adquiridos en el plan de seguridad y salud, por acción u omisión del personal propio y/o de los subcontratistas y trabajadores autónomos contratados por ellos, llevarán aparejados consecuentemente para el contratista las siguientes penalizaciones:

1.-	MUY LEVE	:	3% del Beneficio industrial de la obra contratada
2.-	LEVE	:	20% del Beneficio industrial de la obra contratada
3.-	GRAVE	:	75% del Beneficio industrial de la obra contratada
4.-	MUY GRAVE	:	75% del Beneficio industrial de la obra contratada
5.-	GRAVÍSIMO	:	Paralización de los trabajadores + 100% del Beneficio industrial de la obra contratada + Pérdida de homologación como contratista, por la misma propiedad durante 2 años.

6. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES DE SEGURIDAD

6.1. Previsiones del Contratista en la aplicación de las Técnicas de Seguridad

La prevención de la siniestralidad laboral pretende conseguir unos objetivos concretos, que en nuestro caso son: detectar y corregir los riesgos de accidentes laborales.

El contratista principal tendrá que reflejar en su Plan de Seguridad y Salud la manera concreta de desarrollar las técnicas de seguridad y salud y cómo las aplicará en la obra.

A continuación se nombran, a título orientativo, una serie de descripciones de las diferentes técnicas analíticas y operativas de seguridad:

- **Técnicas analíticas de seguridad**

Las técnicas analíticas de seguridad y salud tienen como objetivo exclusivo la detección de riesgos y la investigación de las causas.

Previas a los accidentes

- Inspecciones de seguridad.
- Análisis de trabajo.
- Análisis estadística de la siniestralidad.
- Análisis del entorno de trabajo.

Posteriores a los accidentes

- Notificación de accidentes.
- Registro de accidentes.
- Investigación técnica de accidentes.

- **Técnicas operativas de seguridad**

Las técnicas operativas de seguridad y salud pretenden eliminar las causas y a través de éstas corregir el riesgo.

Según si el objetivo de la acción correctora debe operar sobre la conducta humana o sobre los factores peligrosos medidos, el contratista tendrá que demostrar que en su Plan de Seguridad y Salud e Higiene tiene desarrollado un sistema de aplicación de técnicas operativas sobre

El factor técnico

- Sistemas de seguridad.
- Protecciones colectivas y resguardos.
- Mantenimiento preventivo.
- Protecciones personales.
- Normas.
- Señalización.

El factor humano

- Test de selección prelaboral del personal.
- Reconocimientos médicos prelaborales.
- Formación.

- Aprendizaje.
- Propaganda.
- Acción de grupo.
- Disciplina.
- Incentivos.

6.2. Condiciones Técnicas del Control de Calidad de la Prevención

El contratista incluirá a las empresas subcontratadas y trabajadores autónomos, ligados a él contractualmente, en el desarrollo de su Plan de Seguridad y Salud; tendrá que incluir los documentos tipo en su formato real, así como los procedimientos de cumplimentación utilizados en su estructura empresarial, para controlar la calidad de la prevención de la siniestralidad laboral. Aportamos al presente Estudio de Seguridad, a título de guía, el enunciado de los más importantes:

75. Programa implantado en la empresa, de calidad total o el reglamentario plan de acción preventiva.
76. Programa básico de formación preventiva estandarizado por el contratista principal.
77. Formatos documentales y procedimientos de cumplimentación, integrados a la estructura de gestión empresarial, relativos al control administrativo de la prevención.
78. Comité y/o comisiones vinculados a la prevención.
79. Documentos vinculantes, actas y/o memorandums.
80. Manuales y/o procedimientos seguros de trabajos, de orden interno de empresa.
81. Control de calidad de seguridad del producto.

6.3. Condiciones Técnicas de los Órganos de la Empresa Contratista competentes en materia de Seguridad y Salud

El comité o las personas encargadas de la promoción, coordinación y vigilancia de la seguridad y salud de la obra serán al menos las mínimas establecidas por la normativa vigente para el caso concreto de la obra de referencia, señalando específicamente al Plan de Seguridad su relación con el organigrama general de seguridad y salud de la empresa adjudicataria de las obras.

El contratista acreditará la existencia de un Servicio Técnico de Seguridad y Salud (propio o concertado) como departamento *staff* dependiendo de la dirección de la empresa contratista, dotada de los recursos, medios y calificación necesaria conforme al RD 39/1997 "Reglamento de los servicios de prevención". En todo caso el constructor contará con la ayuda del departamento técnico de seguridad y salud de la Mutua de Accidentes de Trabajo con la que tenga establecida póliza.

El coordinador de seguridad y salud podrá vedar la participación en esta obra del delegado sindical de prevención que no reúna, a su criterio, la capacitación técnica preventiva para el correcto cumplimiento de su importante misión.

El empresario contratista, como máximo responsable de la seguridad y salud de su empresa, tendrá que fijar los ámbitos de competencia funcional de los delegados sindicales de prevención en esta obra.

La obra dispondrá de un técnico de seguridad y salud (propio o concertado) a tiempo parcial, que asesore a los responsables técnicos (y consecuentemente de seguridad) de la empresa constructora en materia preventiva, así como una brigada de reposición y mantenimiento de las protecciones de seguridad, con indicación de su composición y tiempo de dedicación a estas funciones.

6.4. Obligaciones de la Empresa Contratista competente en materia de Medicina del Trabajo

El Servicio de Medicina del Trabajo integrado en el Servicio de Prevención, o en su caso el

cuadro facultativo competente, de acuerdo con la reglamentación oficial, será el encargado de velar por las condiciones higiénicas que deberá reunir el centro de trabajo.

Respecto a las instalaciones médicas en la obra, existirá al menos un botiquín de urgencias, que estará debidamente señalizado y contendrá aquello dispuesto en la normativa vigente; se revisará periódicamente el control de existencias.

En el Plan de Seguridad y Salud e Higiene el contratista principal desarrollará el organigrama pertinente y a su vez las funciones y competencias de su estructura en medicina preventiva.

Todo el personal de la obra (propio, subcontratado o autónomo), con independencia del plazo de duración de las condiciones particulares de su contratación, tendrá que haber pasado un reconocimiento médico de ingreso y estar clasificado de acuerdo con sus condiciones psicofísicas.

Independientemente del reconocimiento de ingreso, será necesario hacer a todos los trabajadores del centro de trabajo (propios y subcontratados) -según viene señalado en la vigente reglamentación al respecto-, como mínimo un reconocimiento periódico anual.

Paralelamente el equipo médico del Servicio de Prevención de la empresa (propio, mancomunado o asistido por Mutua de Accidentes) se deberá establecer en el Plan de Seguridad y Salud un programa de actuación cronológica en las materias de su competencia, tales como:

- Higiene y prevención en el trabajo.
- Medicina preventiva de los trabajadores.
- Asistencia médica.
- Educación sanitaria y preventiva de los trabajadores.
- Participación en comité de seguridad y salud.
- Organización y actualización del fichero y archivo de medicina de empresa

6.5. Competencias de los Colaboradores Prevencionistas en la obra

De acuerdo con las necesidades de disponer de un interlocutor alternativo en ausencia del Jefe de Obra, se nombrará un Supervisor de Seguridad y Salud (equivalente al antiguo vigilante de seguridad), considerándose en principio el Encargado General de la obra como persona más adecuada para cumplirlo, en ausencia de otro trabajador más cualificado en estos trabajos a criterio del contratista. Su nominación se formalizará por escrito y se notificará al Coordinador de Seguridad.

Se nombrará un socorrista, preferiblemente con conocimientos en primeros auxilios, con la misión de realizar pequeñas curas y organizar la evacuación de los accidentados a los centros asistenciales que correspondan y que además será el encargado del control de la dotación del botiquín.

A efectos prácticos, y con independencia del Comité de Seguridad y Salud, si la importancia de la obra lo aconseja, se constituirá a pie de obra una “Comisión Técnica Interempresarial de Responsables de Seguridad”, integrada por los máximos responsables técnicos de las empresas participantes en cada fase de la obra. Esta Comisión, se reunirá como mínimo mensualmente, y será presidida por el Jefe de Obra del contratista con el asesoramiento del su Servicio de Prevención (propio o concertado).

6.6. Competencias de Formación en Seguridad en la obra

El contratista deberá agregar al Plan de Seguridad y Salud, un programa de actuación que refleje un sistema de entrenamiento inicial básico de todos los trabajadores nuevos. El mismo criterio se seguirá si son trasladados a un nuevo lugar de trabajo o ingresan como operadores de máquinas, vehículos o aparatos de elevación.

Se impartirá entre el personal, la formación adecuada para asegurar el correcto uso de los medios puestos a su alcance para mejorar el rendimiento, calidad y seguridad en su trabajo.

7. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS, MÁQUINAS Y/O MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

7.1. Definición y características de los Equipos, Máquinas y/o Máquinas-Herramientas

- **Definición**

Es un conjunto de piezas u órganos unidos entre sí, de los cuales al menos uno es móvil y, en su caso, de órganos de accionamiento, circuitos de mando y de potencia, etc., asociados de forma solidaria para una aplicación determinada, en particular destinada a la transformación, tratamiento, desplazamiento y accionamiento de un material.

El término equipo y/o máquina también cubre:

- Un conjunto de máquinas que estén dispuestas y sean accionadas para funcionar solidariamente.
- Un mismo equipo intercambiable, que modifique la función de una máquina, que se comercialice en condiciones que permitan al propio operador, acoplar a una máquina, a una serie de ellas o a un tractor, siempre que este equipo no sea una pieza de recambio o una herramienta.

Cuando el equipo, máquina y/o máquina herraje disponga de componentes de seguridad que se comercialicen por separado para garantizar una función de seguridad en su uso normal, éstos adquieren, a los efectos del presente Estudio de Seguridad y Salud, la consideración de Medio Auxiliar de Utilidad Preventiva (MAUP).

- **Características**

Los equipos de trabajo y máquinas irán acompañados de unas instrucciones de utilización, extendidas por el fabricante o importador, en las que figurarán las especificaciones de mantenimiento, instalación y utilización, así como las normas de seguridad y cualquier otra instrucción que, de forma específica, sea exigida en las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC); éstas incluirán los planos y esquemas necesarios para el mantenimiento y verificación técnica, estando ajustados a las normas UNE que le sean de aplicación. Llevarán además, una placa de material duradero y fijada con solidez en un lugar bien visible, en la que figuraran, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Año de fabricación, importación y/o suministro.
- Tipo y número de fabricación.
- Potencia en Kw.
- Contraseña de homologación CE y certificado de seguridad de uso de una entidad acreditada, si procede.

7.2. Condiciones de elección, utilización, almacenaje y mantenimiento de los Equipos, Máquinas y/o Máquinas-Herramientas

- **Elección de un equipo**

Los equipos, máquinas y/o máquinas herramientas tendrán que seleccionarse basándose en unos criterios de garantías de seguridad para sus operadores y respeto a su medio ambiente de trabajo.

- **Condiciones de utilización de los equipos, máquinas y/o máquinas herramientas**

Son las contempladas en el Anexo II del RD 1215, de 18 de julio, sobre “Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo”:

- **Almacenamiento y mantenimiento**

- Se seguirán escrupulosamente las recomendaciones de almacenaje y citaciones, fijadas por el fabricante y contenidas en su “Guía de mantenimiento preventivo”.
- Se reemplazarán los elementos, se limpiarán, engrasarán, pintarán, ajustarán y se colocarán en el lugar asignado, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Se almacenarán en compartimentos amplios y secos, con temperaturas comprendidas entre 15 y 25°C.
- El almacenaje, control del estado de utilización y las entregas de equipos estarán documentadas y custodiadas, con justificante de recepción de conformidad, entrega y recibo, por un responsable técnico, delegado por el usuario.

7.3. Normativa aplicable

- **Directivas comunitarias relativas a la seguridad de las máquinas, transposiciones y fechas de entrada en vigor**

Sobre comercialización y/o puesta en servicio en la Unión Europea

Directiva fundamental.

- Directiva del Consejo 89/392/CEE, de 14/06/89, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas (DOCE núm. L 183, de 29/6/89), modificada por las Directivas del Consejo 91/368/CEE, de 20/6/91 (DOCE núm.L 198, de 22/7/91), 93/44/CEE, de 14/6/93 (DOCE núm.L 175, de 19/7/93) y 93/68/CEE, de 22/7/93 (DOCE núm. L 220, de 30/8/93). Estas 4 directivas se han codificado en un solo texto mediante la Directiva 98/37/CE (DOCE núm.L 207, de 23/7/98).

Transpuesta por el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre (BOE d'11/12/92), modificado por el Real Decreto 56/1995, de 20 de enero (BOE de 8/2/95).

Entrada en vigor del RD 1435/1992: el 1/1/93, con período transitorio hasta el 1/1/95.

Entrada en vigor del RD 56/1995: el 9/2/95.

Excepciones:

- Carretones automotores de manutención: el 1/7/95, con período transitorio hasta el 1/1/96.
- Máquinas para elevación o desplazamiento de personas: el 9/2/95, con período transitorio hasta el 1/1/97.
- Componentes de Seguridad (incluye ROPS y FOPS, ver la Comunicación de la Comisión 94/C253/03 -DOCE ISP C253, de 10/9/94): el 9/2/95, con período transitorio hasta el 1/1/97.
- Marcado: el 9/2/95, con período transitorio hasta el 1/1/97.

Otras Directivas

- Directiva del Consejo 73/23/CEE, de 19/2/73, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión (DOCE núm. L 77, de 26/3/73), modificada por la Directiva del Consejo 93/68/CEE.
Transpuesta por el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero (BOE de 14/1/88), modificado por el Real Decreto 154/1995 de 3 de febrero (BOE de 3/3/95).

Entrada en vigor del RD 7/1988: el 1/12/88.

Entrada en vigor del RD 154/1995: el 4/3/95, con período transitorio hasta el 1/1/97.

Al respecto, ver también la Resolución del 11/6/98 de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial (BOE de 13/7/98).

- Directiva del Consejo 87/404/CEE, de 25/6/87, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre recipientes a presión simple (DOCE núm. L 270 de 8/8/87), modificada por las Directivas del Consejo 90/488/CEE, de 17/9/90 (DOCE núm. L 270 de 2/10/90) y 93/68/CEE.

Transpuestas por el Real Decreto 1495/1991, del 11 de octubre (BOE de 15/10/91), modificado por el Real Decreto 2486/1994, de 23 de diciembre (BOE de 24/1/95).

Entrada en vigor del RD 1495/1991: el 16/10/91.

Entrada en vigor del RD 2486/1994: el 1/1/95 con período transitorio hasta el 1/1/97.

- Directiva del Consejo 89/336/CEE, de 3/5/89, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre contabilidad electromagnética (DOCE núm. L 139, de 23/5/89), modificada por las Directivas del Consejo 93/68/CEE y 93/97/CEE, de 29/10/93 (DOCE núm. L 290, de 24/11/93); 92/31/CEE, de 28/4/92 (DOCE núm. L 126, de 12/5/92); 99/5/CE, de 9/3/99 (DOCE núm. L 091, de 7/4/99).

Transpuestas por el Real Decreto 444/1994, del 11 de marzo (BOE de 1/4/94), modificado por el Real Decreto 1950/1995, del 1 de diciembre (BOE de 28/12/95) y Orden Ministerial de 26/3/96 (BOE de 3/4/96).

Entrada en vigor del RD 444/1994: el 2/4/94 con período transitorio hasta el 1/1/96.

Entrada en vigor del RD 1950/1995: el 29/12/95. Entrada en vigor de la Orden de 26/03/1996: el 4/4/96.

- Directiva del Consejo 90/396/CEE, de 29/6/90, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre aparatos de gas (DOCE núm. L 196, de 26/7/90), modificada por la Directiva del Consejo 93/68/CEE.

Transpuesta por el Real Decreto 1428/1992, de 27 de noviembre (BOE de 5/12/92), modificado por el Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero (BOE de 27/3/95).

Entrada en vigor del RD 1428/1992: el 25/12/92 con período transitorio hasta el 1/1/96.

Entrada en vigor del RD 276/1995: el 27/3/95.

- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, de 23/3/94, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados Miembros sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (DOCE núm. L 100, de 19/4/94).

Transpuesta por el Real Decreto 400/1996, del 1 de marzo (BOE de 8/4/96).

Entrada en vigor: el 1/3/96 con período transitorio hasta el 1/7/03.

- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 97/23/CE de 29/5/97, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre equipos a presión (DOCE núm. L 181, de 9/7/97).

Entrada en vigor: el 29/11/99 con período transitorio hasta el 30/5/02.

- Once Directivas, con sus correspondientes modificaciones y adaptaciones al progreso técnico, relativas a la aproximación de la legislación de los Estados Miembros sobre determinación de la emisión sonora de máquinas y materiales utilizados en las obras de construcción.

Transpuestas por el Real Decreto 245/1989, de 27 de febrero (BOE de 11/3/89); Orden Ministerial de 17/11/1989 (BOE de 1/12/89), Orden Ministerial de 18/7/1991 (BOE de 26/7/91), Real Decreto 71/1992, de 31 de enero (BOE de 6/2/92) y Orden Ministerial de 29/3/1996 (BOE de 12/4/96).

Entrada en vigor: En función de cada directiva.

Sobre utilización de máquinas y equipos para el trabajo:

- Directiva del Consejo 89/655/CEE, de 30/11/89, relativa a las disposiciones mínimas de Seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (DOCE núm. L 393, de 30/12/89), modificada por la Directiva del Consejo 95/63/CE, de 5/12/95 (DOCE núm. L 335/28, de 30/12/95).

Transpuestas por el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio (BOE de 7/8/97).

Entrada en vigor: el 27/8/97 excepto para el apartado 2 del Anexo I y los apartados 2 y 3 del Anexo II, que entran en vigor el 5/12/98.

- **Normativa de aplicación restringida**

- Real Decreto 1849/2000, de 10 de Noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales (BOE de 2/12/2000), y Orden Ministerial de 8/4/1991, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1 del Reglamento de Seguridad de las Máquinas, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados (BOE de 11/5/91).
- Orden Ministerial, de 26/5/1989, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a Carretones automotores de mantenimiento (BOE de 9/6/89).
- Orden de 23/5/1977 por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos elevadores para obras (BOE de 14/6/77), modificada por dos Órdenes de 7/3/1981 (BOE de 14/3/81) y complementada por la Orden de 31/3/1981 (B.O.E 20/4/1981)
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por la que se aprueba la nueva Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención, referente a Grúas Torre desmontables para obras (BOE de 17/7/03).
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de Aparatos de elevación y Manutención, referente a Grúas móviles autopropulsadas usadas (BOE de 17/7/03).
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales (BOE de 2/12/00).
- Orden Ministerial, de 9/3/1971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (BOE de 16/3/71; BOE de 17/3/71 y BOE de 6/4/71). Anulada parcialmente por el R.D 614/2001 de 8 de junio. (BOE de 21/6/01).

8. Firmas

Documento 4: Presupuesto

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 1

OBRA 01 SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTULO 01 EQUIPOS PROTECCIÓN INDIVIDUAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H1411111	u	Casco de seguridad para uso normal, anti golpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g, homologado según UNE-EN 812 (P - 1)	6,04	1.500,000	9.060,00
2	H1411112	u	Casco de seguridad para uso normal, anti golpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g, dotado de iluminación autónoma, homologado según UNE-EN 812 (P - 2)	24,52	200,000	4.904,00
3	H1411117	u	Casco de seguridad para uso normal, anti golpes, de polietileno con un peso máximo de 400 g, con protectores auditivos, homologado según UNE-EN 812 y UNE-EN 352-3 (P - 3)	31,60	400,000	12.640,00
4	H141300F	u	Casco de seguridad de protección para la industria, tipo escalador sin visera, homologado según UNE-EN 397 (P - 4)	23,37	200,000	4.674,00
5	H141511E	u	Casco de seguridad dieléctrico para baja tensión polietileno, homologado según UNE-EN 50365 (P - 5)	14,55	100,000	1.455,00
6	H1423230	u	Gafas de seguridad para corte oxiacetilénico, con montura universal de varilla de acero recubierta de PVC, con visores circulares de 50 mm de D oscuros de color DIN 5, homologadas según UNE-EN 175 y UNE-EN 169 (P - 6)	4,97	300,000	1.491,00
7	H1424340	u	Gafas de seguridad herméticas para esmerilar, con montura de cazoleta de policarbonato con respiradores y apoyo nasal, adaptables con cinta elástica, con visores circulares de 50 mm de D roscados en la montura, homologadas según UNE-EN 167 y UNE-EN 168 (P - 7)	6,35	200,000	1.270,00
8	H142AC60	u	Pantalla facial para soldadura eléctrica, con marco abatible de mano y soporte de poliéster reforzado con fibra de vidrio vulcanizada de 1,35 mm de espesor, con visor inactivo semioscuro con protección DIN 12, homologada según UNE-EN 175 (P - 8)	8,47	200,000	1.694,00
9	H142BB00	u	Pantalla facial para proteger contra la proyección de partículas y al cebamiento de arcos eléctricos, de policarbonato transparente, abatible y para acoplarse al casco con arnés dieléctrico (P - 9)	10,72	202,000	2.165,44
10	H142CD70	u	Pantalla facial para protección de riesgos mecánicos, con visor de malla de rejilla metálica, para acoplar al casco con arnés abatible, homologada según UNE-EN 1731 (P - 10)	11,02	200,000	2.204,00
11	H1431101	u	Protector auditivo de tapón de espuma, homologado según UNE-EN 352-2 y UNE-EN 458 (P - 11)	0,22	10.000,000	2.200,00
12	H1432012	u	Protector auditivo de auricular, acoplado a la cabeza con arnés y orejeras antiruido, homologado según UNE-EN 352-1 y UNE-EN 458 (P - 12)	19,73	1.000,000	19.730,00
13	H1445003	u	Mascarilla de protección respiratoria, homologada según UNE-EN 140 (P - 13)	1,47	800,000	1.176,00
14	H1446004	u	Semimáscara de protección filtrante contra partículas, homologada según UNE-EN 149 (P - 14)	13,37	800,000	10.696,00
15	H1447005	u	Máscara de protección respiratoria, homologada según UNE-EN 136 (P - 15)	11,03	800,000	8.824,00
16	H144D205	u	Filtro contra partículas, identificado con banda de color blanco, homologado según UNE-EN 143 y UNE-EN 12083 (P - 16)	0,99	2.000,000	1.980,00
17	H144N030	u	Equipo de protección respiratoria no autónomo por línea de aire comprimido con máscara, homologado según UNE-EN 14593-1 (P - 17)	504,84	80,000	40.387,20

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 2

18	H1455710	u	Par de guantes de alta resistencia al corte y a la abrasión para ferrallista, con dedos y palma de caucho rugoso sobre soporte de algodón, y sujeción elástica en la muñeca, homologados según UNE-EN 388 y UNE-EN 420 (P - 18)	2,62	4.000,000	10.480,00
19	H1459630	u	Par de guantes para soldador, con palma de piel, forro interior de algodón, y manga larga de serraje forrada de drill fuerte, homologados según UNE-EN 407 y UNE-EN 420 (P - 19)	7,90	4.000,000	31.600,00
20	H145B002	u	Par de guantes de protección contra riesgos mecánicos por manipulación de paquetería y/o materiales sin aristas vivas, nivel 2, homologados según UNE-EN 388 y UNE-EN 420 (P - 20)	6,13	4.000,000	24.520,00
21	H145C002	u	Par de guantes de protección contra riesgos mecánicos comunes de construcción nivel 3, homologados según UNE-EN 388 y UNE-EN 420 (P - 21)	7,43	4.000,000	29.720,00
22	H145E003	u	Par de guantes contra agentes químicos y microorganismos, homologados según UNE-EN 374-1, -2, -3 y UNE-EN 420 (P - 22)	2,73	2.000,000	5.460,00
23	H145F004	u	Par de guantes de alta visibilidad pigmentados en color fosforescente para estibadores de cargas con grúa y/o señalistas, homologados según UNE-EN 471 y UNE-EN 420 (P - 23)	6,97	2.000,000	13.940,00
24	H145K153	u	Par de guantes de material aislante para trabajos eléctricos, clase 00, logotipo color beige, tensión máxima 500 V, homologados según UNE-EN 420 (P - 24)	21,24	2.000,000	42.480,00
25	H145K275	u	Par de guantes de material aislante para trabajos eléctricos, clase 0, logotipo color rojo, tensión máxima 1000 V, homologados según UNE-EN 420 (P - 25)	30,34	800,000	24.272,00
26	H145K397	u	Par de guantes de material aislante para trabajos eléctricos, clase 1, logotipo color blanco, tensión máxima 7500 V, homologados según UNE-EN 420 (P - 26)	40,17	800,000	32.136,00
27	H145K4B9	u	Par de guantes de material aislante para trabajos eléctricos, clase 2, logotipo color amarillo, tensión máxima 17000 V, homologados según UNE-EN 420 (P - 27)	56,89	800,000	45.512,00
28	H1461164	u	Par de botas de agua de PVC de caña alta, para puesta en obra del hormigón, con plantilla metálica, con suela antideslizante y forradas de nailon lavable, homologadas según UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 y UNE-EN ISO 20347 (P - 28)	17,48	1.000,000	17.480,00
29	H1463253	u	Par de botas dieléctricas resistentes a la humedad, de piel rectificadas, con tobillera acolchada suela antideslizante y antiestática, cuña amortiguadora para el talón, lengüeta de fuelle, de desprendimiento rápido, sin herraje metálico, con puntera reforzada, homologadas según DIN 4843 (P - 29)	63,25	500,000	31.625,00
30	H1465275	u	Par de botas bajas de seguridad industrial para trabajos de construcción en general, resistentes a la humedad, de piel rectificadas, con tobillera acolchada, con puntera metálica, suela antideslizante, cuña amortiguadora de impactos en el talón y sin plantilla metálica, homologadas según UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 y UNE-EN ISO 20347 (P - 30)	17,33	500,000	8.665,00
31	H1465277	u	Par de botas bajas de seguridad industrial para encofrador, resistentes a la humedad, de piel rectificadas, con tobillera acolchada, con puntera metálica, suela antideslizante, cuña amortiguadora de impactos en el talón y con plantilla metálica, homologadas según UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 y UNE-EN ISO 20347 (P - 31)	19,53	800,000	15.624,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 3

32	H1465376	u	Par de botas bajas de seguridad industrial para soldador, resistentes a la humedad, de piel rectificadas adobadas al cromo, con tobillera acolchada, con lengüeta de mancha de desprendimiento rápido, puntera metálica, suela antideslizante, cuña amortiguadora de impactos en el talón y sin plantilla metálica, homologadas según UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 y UNE-EN ISO 20347 (P - 32)	20,02	800,000	16.016,00
33	H146J364	u	Par de plantillas anticlavos de fleje de acero de 0,4 mm de espesor, de 120 kg de resistencia a la perforación, pintadas con pinturas epoxi y forradas, homologadas según UNE-EN ISO 20344 y UNE-EN 12568 (P - 33)	2,47	2.000,000	4.940,00
34	H1474600	u	Cinturón antivibratorio, ajustable y de tejido transpirable (P - 34)	14,54	1.000,000	14.540,00
35	H147D102	u	Sistema anticaída compuesto por un arnés anticaída con tirantes, bandas secundarias, bandas subglúteas, bandas de muslo, apoyo dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal de enganche de arnés anticaída y hebilla, incorporado a un elemento de amarre compuesto por un terminal manufacturado, homologado según UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 y UNE-EN 354 (P - 35)	53,45	4.000,000	213.800,00
36	H147D304	u	Sistema anticaída compuesto por un arnés anticaída con tirantes, bandas secundarias, bandas subglúteas, bandas de muslo, apoyo dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal de enganche de arnés anticaída y hebilla, incorporado a un subsistema anticaída de tipo deslizante sobre línea de anclaje rígida, homologado según UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 y UNE-EN 353-1 (P - 36)	193,71	4.000,000	774.840,00
37	H147D405	u	Sistema anticaída compuesto por un arnés anticaída con tirantes, bandas secundarias, bandas subglúteas, bandas de muslo, apoyo dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal de enganche de arnés anticaída y hebilla, incorporado a un subsistema anticaída de tipo deslizante sobre línea de anclaje flexible de longitud 10 m, homologado según UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 y UNE-EN 353-2 (P - 37)	566,52	1.000,000	566.520,00
38	H147D501	u	Sistema anticaída compuesto por un arnés anticaída con tirantes, bandas secundarias, bandas subglúteas, bandas de muslo, apoyo dorsal para sujeción, elementos de ajuste, elemento dorsal de enganche de arnés anticaída y hebilla, incorporado a un subsistema anticaída de tipo absorbente de energía, homologado según UNE-EN 361, UNE-EN 362, UNE-EN 364, UNE-EN 365 y UNE-EN 355 (P - 38)	263,97	1.000,000	263.970,00
39	H147K602	u	Sistema de sujeción en posición de trabajo y prevención de pérdida de equilibrio, compuesto de una banda de cintura, hebilla, apoyo dorsal, elementos de enganche, conector, elemento de amarre del sistema de ajuste de longitud, homologado según UNE-EN 358, UNE-EN 362, UNE-EN 354 y UNE-EN 364 (P - 39)	31,10	200,000	6.220,00
40	H147L015	u	Instrumento de anclaje para equipo de protección individual contra caída de altura, homologado según UNE-EN 795, con fijación con taco mecánico (P - 40)	23,02	500,000	11.510,00
41	H147M007	u	Arnés de asiento solidario a equipo de protección individual para prevención de caídas de altura, homologado según UNE-EN 813 (P - 41)	92,60	200,000	18.520,00
42	H147N000	u	Faja de protección dorsolumbar (P - 42)	21,85	1.500,000	32.775,00
43	H1481242	u	Mono de trabajo para construcción, de poliéster y algodón (65%-35%), color beige, trama 240, con bolsillos interiores, homologada según UNE-EN 340 (P - 43)	22,60	1.000,000	22.600,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 4

44	H1481343	u	Mono de trabajo para construcción de obras lineales en servicio, de poliéster y algodón (65%-35%), color amarillo, trama 240, con bolsillos interiores y tiras reflectantes, homologada según UNE-EN 340 (P - 44)	73,70	800,000	58.960,00
45	H1481442	u	Mono de trabajo para montajes y/o trabajos mecánicos, de poliéster y algodón (65%-35%), color azul vergara, trama 240, con bolsillos interiores, homologada según UNE-EN 340 (P - 45)	20,63	800,000	16.504,00
46	H1481542	u	Mono de trabajo para yeseros y/o pintores, de poliéster y algodón (65%-35%), color blanco, trama 240, con bolsillos interiores, homologada según UNE-EN 340 (P - 46)	20,63	800,000	16.504,00
47	H1481654	u	Mono de trabajo para soldadores y/o trabajadores de tubos, de algodón sanforizado (100%), color azul vergara, trama 320, con bolsillos interiores dotados de cremalleras metálicas, homologada según UNE-EN 340, UNE-EN 470-1 y UNE-EN 348 (P - 47)	19,41	800,000	15.528,00
48	H1482222	u	Camisa de trabajo para construcción, de poliéster y algodón (65%-35%), color beige con bolsillos interiores, trama 240, homologada según UNE-EN 340 (P - 48)	6,28	800,000	5.024,00
49	H1482320	u	Camisa de trabajo para construcción de obras lineales en servicio, de poliéster y algodón (65%-35%), color amarillo, homologada según UNE-EN 340 (P - 49)	6,28	800,000	5.024,00
50	H1482422	u	Camisa de trabajo para montajes y/o trabajos mecánicos, soldadores y/o trabajadores de tubos, de poliéster y algodón (65%-35%), color azulado con bolsillos interiores, trama 240, homologada según UNE-EN 340 (P - 50)	6,28	800,000	5.024,00
51	H1483344	u	Pantalones de trabajo para construcción de obras lineales en servicio, de poliéster y algodón (65%-35%), color amarillo, trama 240, con bolsillos interiores y tiras reflectantes, homologados según UNE-EN 340 (P - 51)	10,99	800,000	8.792,00
52	H1483443	u	Pantalones de trabajo para montajes y/o trabajos mecánicos, de poliéster y algodón (65%-35%), color azul vergara, trama 240, con bolsillos interiores, homologados según UNE-EN 340 (P - 52)	7,38	800,000	5.904,00
53	H1484110	u	Camiseta de trabajo, de algodón (P - 53)	2,37	800,000	1.896,00
54	H1485140	u	Chaleco de trabajo, de poliéster acolchado con material aislante (P - 54)	12,86	800,000	10.288,00
55	H1485800	u	Chaleco reflectante con tiras reflectantes en la cintura, en el pecho y en la espalda, homologada según UNE-EN 471 (P - 55)	17,60	800,000	14.080,00
56	H1486241	u	Parka tipo ingeniero, de poliéster acolchado con material aislante, bolsillos exteriores (P - 56)	29,35	800,000	23.480,00
57	H1487350	u	Impermeable con chaqueta, capucha y pantalones, para edificación, de PVC soldado de 0,3 mm de espesor, homologado según UNE-EN 340 (P - 57)	4,58	800,000	3.664,00
58	H1487460	u	Impermeable con chaqueta, capucha y pantalones, para obras públicas, de PVC soldado de 0,4 mm de espesor, de color vivo, homologado según UNE-EN 340 (P - 58)	5,73	800,000	4.584,00
59	H1488580	u	Delantal para soldador, de serraje, homologado según UNE-EN 340, UNE-EN 470-1 y UNE-EN 348 (P - 59)	17,58	150,000	2.637,00
60	H1489790	u	Chaqueta de trabajo para construcción de obras lineales en servicio, de poliéster y algodón (65%-35%), color amarillo, trama 240, con bolsillos interiores y tiras reflectantes, homologada según UNE-EN 340 (P - 60)	12,84	400,000	5.136,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 5

61	H1489890	u	Chaqueta de trabajo para montajes y/o trabajos mecánicos, de poliéster y algodón (65%-35%), color azul vergara, trama 240, con bolsillos, homologada según UNE-EN 340 (P - 61)	13,61	400,000	5.444,00
62	H148B580	u	Par de manguitos con protección para hombros, para soldador, elaborado con serraje, homologados según UNE-EN 340, UNE-EN 470-1 y UNE-EN 348 (P - 62)	18,93	400,000	7.572,00
63	H148D900	u	Arnés para señalista, con tiras reflectantes en la cintura, en el pecho, en la espalda y en los tirantes, homologado según UNE-EN 340 y UNE-EN 471 (P - 63)	17,18	250,000	4.295,00
TOTAL			CAPÍTULO 01.01	2.626.655,64		

OBRA 01 SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTULO 02 SISTEMAS DE PROYECCIÓN COLECTIVA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H1510001	m2	Protección horizontal bajo el encofrado de forjados con red de hilo trenzado de poliamida no regenerada, de tenacidad alta, de 4mm de diámetro y 80x80 mm de paso de malla, con cuerda perimetral de poliamida de 12 mm de diámetro atada a la red, unida a la estructura de sopandas del encofrado mediante ganchos metálicos cada metro, con el desmontaje incluido (P - 64)	1,26	250,000	315,00
2	H1511015	m2	Protección con red de seguridad horizontal bajo vigas en viaductos o puentes, anclada a soportes metálicos, y con el desmontaje incluido (P - 65)	10,51	1.000,000	10.510,00
3	H1511017	m2	Protección con red de seguridad horizontal en tramos laterales en viaductos o puentes, anclada a soportes metálicos, en voladizo, y con el desmontaje incluido (P - 66)	14,35	1.000,000	14.350,00
4	H15118D1	m2	Protección con vela lona de polietileno para protecciones superficiales contra caídas, con malla de refuerzo y ojales perimetrales, cuerda de sujeción, de diámetro 12 mm, con el desmontaje incluido (P - 67)	7,93	30,000	237,90
5	H1512007	m	Protección colectiva vertical del perímetro de las fachadas contra caídas de personas u objetos, con soporte metálico tipo ménsula, de longitud 2,5 m, barra soporta redes horizontal, tornillo de anclaje al forjado, red de seguridad horizontal y con el desmontaje incluido (P - 68)	14,11	50,000	705,50
6	H1512010	m2	Protección de proyección de partículas incandescentes con manta ignífuga, red de seguridad normalizada (UNE-EN 1263-1) poliamida no regenerada, de tenacidad alta, anudada con cuerda perimetral de poliamida y cuerda de cosido de 12 mm de diámetro y con el desmontaje incluido (P - 69)	8,66	300,000	2.598,00
7	H1512013	m2	Protección colectiva vertical de los laterales de los huecos de las escaleras en toda la altura con red-telón normalizada (UNE-EN 1263-1) de poliamida no regenerada, de tenacidad alta anudada con cuerda perimetral de poliamida, anclaje de fleje perforado y clavo de impacto de acero y cuerda de cosido de 6 mm de diámetro y con el desmontaje incluido (P - 70)	14,38	20,000	287,60

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 6

8	H1512212	m	Protección colectiva vertical del perímetro del forjado con red para protecciones superficiales contra caídas, de hilo trenzado de poliamida no regenerada, de tenacidad alta, de 4 mm de diámetro, 80x80 mm de paso de malla, cuerda perimetral de poliamida de 12 mm de diámetro anudada a la red, de altura 5 m, con anclajes de embolsamiento inferior, fijada al forjado cada 0,5 con ganchos embebidos en el hormigón, cuerdas de hizado y sujeción de 12 mm de diámetro, pescante metálico de horca fijados al forjado cada 4,5 m con ganchos embebidos en el hormigón, en 1a colocación y con el desmontaje incluido (P - 71)	13,36	200,000	2.672,00
9	H151A1K1	m2	Protección colectiva horizontal de huecos con red para protecciones superficiales contra caídas, de hilo trenzado de poliamida no regenerada, de tenacidad alta, de 4 mm de diámetro, 80x80 mm de paso de malla, cuerda perimetral de poliamida de 12 mm de diámetro anudada a la red, fijada con fleje y tacos de expansión y con el desmontaje incluido (P - 72)	4,73	200,000	946,00
10	H151AEL1	m2	Protección horizontal de obertures con malla electrosoldada de barras corrugadas de acero 10x 10 cm y de 3 - 3 mm de diámetro embebido en el hormigón y con el desmontaje incluido (P - 73)	5,45	200,000	1.090,00
11	H1522111	m	Barandilla de protección en el perímetro de la coronación de excavaciones, de altura 1 m, con travesaño superior, travesaño intermedio y montantes de tubo metálico de 2,3'', zócalo de tabla de madera, anclada al terreno con dados de hormigón y con el desmontaje incluido (P - 74)	12,54	50,000	627,00
12	H1529013	m	Pantalla de protección contra desprendimientos de la capa superficial del manto vegetal, para media vertiente, de altura 2 m con red de seguridad normalizada UNE-EN 1263-1, postes de perfiles IPN 140 empotrados al suelo y sujeción con cables de acero de diámetro 3 mm y con el desmontaje incluido (P - 76)	60,48	1.000,000	60.480,00
13	H152J105	m	Cable fiador para el cinturón de seguridad, fijado en anclajes de servicio y con el desmontaje incluido (P - 77)	5,12	4.000,000	20.480,00
14	H152M671	m	Barandilla de protección prefabricada para huecos de ascensor, de altura 1 m, fijada con tornillos de retacado a las jambas de fábrica y con el desmontaje incluido (P - 78)	7,16	200,000	1.432,00
15	H1523241	m	Barandilla de protección en el perímetro del forjado, de altura 1 m con travesaño superior e intermedio de tubo metálico de 2,3'', zócalo de tabla de madera, fijada con soportes de montante metálico para alojar en perforaciones del forjado y con el desmontaje incluido (P - 75)	6,80	500,000	3.400,00
16	H152N681	m	Barandilla de protección sobre forjado o losa, de altura 1 m, embrochada en el zuncho perimetral de hormigón cada 2,5 m y con el desmontaje incluido (P - 79)	6,71	50,000	335,50
17	H152Q031	m	Marquesina de protección de embroquetado de túnel para protección de desprendimientos del terreno a media vertiente con perfiles de acero anclados al suelo con pernos y plataforma de madera sobre correa anclada al terreno, desmontaje incluido (P - 80)	231,25	50,000	11.562,50
18	H152T023	m2	Colchón de seguridad para protección de proyecciones por voladuras con red de seguridad anclado perimetralmente y con el desmontaje incluido (P - 81)	9,47	50,000	473,50
19	H152U000	m	Valla de advertencia o balizamiento de 1 m de altura con malla de polietileno naranja, fijada a 1 m del perímetro del forjado con soportes de acero alojados con agujeros al forjado (P - 82)	2,22	20,000	44,40
20	H152V017	m3	Barrera de seguridad contra desprendimientos en coronaciones de zanjas y excavaciones con las tierras dejadas al borde y con el desmontaje incluido (P - 83)	28,39	100,000	2.839,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 7

21	H1534001	u	Pieza de plástico en forma de seta, de color rojo, para protección de los extremos de las armaduras para cualquier diámetro, con desmontaje incluido (P - 84)	0,21	1.000,000	210,00
22	H153A9F1	u	Tope para descarga de camiones en excavaciones, de 4 m de anchura con tablón de madera y perfiles IPN 100 clavado al terreno y con el desmontaje incluido (P - 85)	22,07	6.000,000	132.420,00
23	H15A2017	u	Extractor localizado de gases contaminantes en trabajos de soldadura con velocidad de captura de 0,5 a 1 m/s, colocado (P - 86)	433,66	40,000	17.346,40
24	H15B0007	u	Pantalla aislante para trabajos en zonas de influencia de líneas eléctricas en tensión (P - 87)	94,96	4,000	379,84
25	H16C0003	dia	Detector de gases portátil, para espacios confinados, con detector de gas combustible, O2, CO y H2S (P - 88)	1,78	8,000	14,24
26	HBBA005	u	Señal de prohibición, normalizada con pictograma negro sobre fondo blanco, de forma circular con bordes y banda transversal descendente de izquierda a derecha a 45°, en color rojo, diámetro 29 cm, con cartel explicativo rectangular, para ser vista hasta 12 m, fijada y con el desmontaje incluido (P - 96)	32,85	200,000	6.570,00
27	HBBA007	u	Señal de prohibición, normalizada con pictograma negro sobre fondo blanco, de forma circular con bordes y banda transversal descendente de izquierda a derecha a 45°, en color rojo, diámetro 10 cm, con cartel explicativo rectangular, para ser vista hasta 3 m, fijada y con el desmontaje incluido (P - 97)	26,98	40,000	1.079,20
28	HBBAB115	u	Señal de obligación, normalizada con pictograma blanco sobre fondo azul, de forma circular con bordes en color blanco, diámetro 29 cm, con cartel explicativo rectangular, para ser vista hasta 12 m, fijada y con el desmontaje incluido (P - 98)	31,82	40,000	1.272,80
29	HBBAC003	u	Señal indicativa de la ubicación de equipos de extinción de incendios, normalizada con pictograma blanco sobre fondo rojo, de forma rectangular o cuadrada, lado mayor 60 cm, para ser vista hasta 25 m de distancia, fijada y con el desmontaje incluido (P - 100)	60,04	40,000	2.401,60
30	HBBAC005	u	Señal indicativa de la ubicación de equipos de extinción de incendios, normalizada con pictograma blanco sobre fondo rojo, de forma rectangular o cuadrada, lado mayor 29 cm, para ser vista hasta 12 m de distancia, fijada y con el desmontaje incluido (P - 101)	25,87	40,000	1.034,80
31	HBBAC013	u	Señal indicativa de información de salvamento o socorro, normalizada con pictograma blanco sobre fondo verde, de forma rectangular o cuadrada, lado mayor 60 cm, para ser vista hasta 25 m de distancia, fijada y con el desmontaje incluido (P - 102)	29,00	40,000	1.160,00
32	HBBAC001	u	Señal indicativa de la ubicación de equipos de extinción de incendios, normalizada con pictograma blanco sobre fondo rojo, de forma rectangular o cuadrada, lado mayor 120 cm, para ser vista hasta 50 m de distancia, fijada y con el desmontaje incluido (P - 99)	176,11	40,000	7.044,40
33	HBBAF004	u	Señal de advertencia, normalizada con pictograma negro sobre fondo amarillo, de forma triangular con el canto negro, lado mayor 41 cm, con cartel explicativo rectangular, para ser vista hasta 12 m de distancia, fijada y con el desmontaje incluido (P - 103)	40,91	40,000	1.636,40
34	HBBJ0002	u	Semáforo de policarbonato, con sistema óptico de diámetro 210 mm con una cara y un foco, óptica normal y lente de color ámbar normal de vehículos 11/200, instalado y con el desmontaje incluido (P - 104)	133,78	100,000	13.378,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 8

35	HM31161J	u	Extintor de polvo seco, de 6 kg de carga, con presión incorporada, pintado, con soporte en la pared y con el desmontaje incluido (P - 110)	45,81	150,000	6.871,50
TOTAL			CAPÍTULO	01.02		328.205,08

OBRA 01 SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTULO 03 IMPLANTACIÓN PROVISIONAL DEL PERSONAL DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H6452131	m	Valla de altura 2 m, de plancha nervada de acero galvanizado, postes de tubo de acero galvanizado colocados cada 3 m sobre dados de hormigón y con el desmontaje incluido (P - 90)	30,33	600,000	18.198,00
2	H6AA2111	m	Valla móvil, de 2 m de altura, de acero galvanizado, con malla electrosoldada de 90x150 mm y de 4,5 y 3,5 mm de D, marco de 3,5x2 m de tubo de 40 mm de D, fijado a pies prefabricados de hormigón, y con el desmontaje incluido (P - 91)	2,60	600,000	1.560,00
3	HB2C1000	m	Barrera de hormigón doble, prefabricada, con perfil tipo New Jersey, colocada y con el desmontaje incluido (P - 92)	45,41	600,000	27.246,00
4	HBA31011	m2	Pintado sobre pavimento de banda superficial no reflectante, con pintura acrílica, con máquina de accionamiento manual (P - 93)	17,60	400,000	7.040,00
5	HBB11111	u	Placa con pintura reflectante triangular de 70 cm de lado, para señales de tráfico, fijada y con el desmontaje incluido (P - 94)	50,11	4,000	200,44
6	HBB20005	u	Señal manual para señalista (P - 95)	12,21	50,000	610,50
7	HBC12100	u	Cono de plástico reflector de 30 cm de altura (P - 105)	6,30	50,000	315,00
8	HBC1D081	m	Guirnalda reflectante, con un soporte cada 5 m y con el desmontaje incluido (P - 106)	2,30	50,000	115,00
9	HBC1E001	u	Cadena de delimitación de zona de peligro con eslabones de polietileno, de color rojo y blanco alternados, con un soporte cada 5 m y con el desmontaje incluido (P - 107)	3,27	20,000	65,40
10	HBC1JF01	u	Luminaria con lámpara fija color ámbar y con el desmontaje incluido (P - 108)	22,93	100,000	2.293,00
11	HBC1KJ00	m	Valla móvil metálica de 2,5 m de longitud y 1 m de altura y con el desmontaje incluido (P - 109)	5,43	5,000	27,15
12	HQU1E270	u	Amortización de módulo prefabricado para equipamiento de comedor en obra de 6x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con fregadero de 1 seno con grifo y encimera , para 4 usos (P - 118)	833,18	25,000	20.829,50
13	HQUA3100	u	Material sanitario para surtir un botiquín con el contenido establecido en la ordenanza general de seguridad y salud en el trabajo (P - 121)	81,53	25,000	2.038,25

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 9

14	HQU1B230	u	Amortización de módulo prefabricado para equipamiento de sanitarios en obra de 2,4x2,6 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con 1 inodoro, 2 duchas, lavabo colectivo con 1 grifo y termo eléctrico 50 litros, para 4 usos (P - 112)	727,87	25,000	18.196,75
15	HQU1B330	u	Transporte, entrega, retirada, montaje y desmontaje de módulo prefabricado para equipamiento de sanitarios en obra de 2,4x2,6 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con 1 inodoro, 2 duchas, lavabo colectivo con 1 grifo y termo eléctrico 50 litros (P - 113)	201,07	25,000	5.026,75
16	HQU1B150	mes	Alquiler de módulo prefabricado para equipamiento de sanitarios en obra de 3,7x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con 2 inodoros, 2 duchas, lavabo colectivo con 2 grifos y termo eléctrico 50 litros (P - 111)	60,00	25,000	1.500,00
17	HQU1D190	mes	Alquiler de módulo prefabricado para equipamiento de vestidores en obra de 8x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 2 puntos de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial (P - 114)	71,25	25,000	1.781,25
18	HQU1D290	u	Amortización de módulo prefabricado para equipamiento de vestidores en obra de 8x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 2 puntos de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial , para 4 usos (P - 115)	976,80	25,000	24.420,00
19	HQU1D390	u	Transporte, entrega, retirada, montaje y desmontaje de módulo prefabricado para equipamiento de vestidores en obra de 8x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 2 puntos de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial (P - 116)	201,07	25,000	5.026,75
20	HQU1E170	mes	Alquiler de módulo prefabricado para equipamiento de comedor en obra de 6x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con fregadero de 1 seno con grifo y encimera (P - 117)	63,75	25,000	1.593,75

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 10

21	HQU1E370	u	Transporte, entrega, retirada, montaje y desmontaje de módulo prefabricado para equipamiento de comedor en obra de 6x2,4 m con tancaments formados por placa de dos planchas de acero prelacado y aislamiento interior de 40mm de grueso y pavimento formado por tablero aglomerado hidrófugo con acabado de PVC sobre chapa galvanizada y lana mineral de vidrio, instalación eléctrica 1 punto de luz, interruptor, enchufes y protección diferencial, y equipado con fregadero de 1 seno con grifo y encimera (P - 119)	201,07	25,000	5.026,75
22	HQU1H110	mes	Alquiler de módulo prefabricado de cabina con inodoro químico de 1,05x1,05 m y 2,35 m de alto, con tancaments de polietileno y techo traslucido, equipado con 1 inodoro con depósito químico de 250l. y un lavabo con depósito de 45l. , con mantenimiento incluido (P - 120)	141,64	25,000	3.541,00
TOTAL CAPÍTULO			01.03			146.651,24

OBRA 01 SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 05 GASTOS DE FORMACIÓN SEGURIDAD PERSONAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H16F3000	h	Presencia en el lugar de trabajo de recursos preventivos (P - 89)	22,47	1.000,000	22.470,00
TOTAL CAPÍTULO			01.05			22.470,00

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Fecha: 12/06/16

Pág.: 1

NIVEL 2: Capítulo			Importe
Capítulo	01.01	Equipos protección individual	2 626 655,64
Capítulo	01.02	Sistemas de proyección colectiva	328 205,08
Capítulo	01.03	Implantación provisional del personal de obra	146 651,24
Capítulo	01.05	Gastos de formación seguridad personal	22 470,00
Obra	01	Seguridad y Salud	3 123 981,96
			3 123 981,96
NIVEL 1: Obra			Importe
Obra	01	Seguridad y Salud	3 123 981,96
			3 123 981,96

ANEJO 14:

Plan de obra

ANEJO 14: Plan de obra

1.	Introducción	3
2.	Procedimiento	3
2.1.	Variables utilizadas.....	3
2.2.	Fases constructivas.....	5
3.	Plan de obra. Calendario	6

1. Introducción

El objetivo del presente anejo es presentar el calendario de ejecución de los trabajos desglosado por actividad. Se busca optimizar los trabajos para reducir las afectaciones sobre el entorno, es decir: limitar la duración de los desvíos de tráfico y el tiempo de los vecinos sufren las externalidades negativas de las obras.

En este anejo, se proponen los días de inicio y fin de cada una de las actividades que forman parte del proceso constructivo y de los tramos en los que se podría dividir la obra. Estos tramos se han establecido en base a unas características y una sección tipo comuna.

2. Procedimiento

A continuación se describe el procedimiento y aspectos que determinan el plan de obra. También se presentan los tramos utilizados para la definición del plan de obra.

2.1. Variables utilizadas

El cálculo de los días empleados por cada actividad se efectúa teniendo en cuenta la capacidad de avance, expresada en la mayoría de los casos por metros lineales por hora o en metros lineales por mes.

Para el cálculo de los plazos de obra se supone una jornada laboral de 10 horas y que se trabaja los fines de semana. Además, se tiene en cuenta los días hábiles mensuales de trabajo asociados a cada actividad en función de las condiciones climatológicas analizadas en el Anejo 3 Climatología.

Cabe destacar que se deben distinguir un ámbito/zona de actuación con ritmos de obra diferente al resto. En el tramo de desdoblamiento por el mismo trazado actual, es decir en la proximidad a la Estación de Sant Cugat, hasta que el trazado se separa del trazado actual, el ritmo de trabajo es menor que en el resto, más lento. En esta zona, los trabajos no interrumpen el servicio actual de los FGC, conforme a lo definido en el pliego. Se estima que en este tramo se podrá trabajar solo 3,5 horas diarias de promedio – durante la noche – y todos los días de la semana. En el resto de zonas el ritmo de trabajo será de 10 horas días tomando en cuenta las condiciones específicas relacionadas con la climatología.

Los ratios que se han tenido en cuenta son los siguientes, cabe destacar que estos se han adaptado en función del contexto específico a cada tramo. En la siguiente tabla no se presenta la lista exhaustiva de actividades, la lista exhaustiva se encuentra en el calendario.

Actividad	Capacidad de progreso
Cercamiento y señalización de zona en obras. Desvío de tráfico en la zona	15 m/h
Limpieza, despeje y desbroce	15 m/h
Extracción cubierta vegetal, pavimento u otros	5 m/h
Excavación de las pantallas	3,5 m/h
Armado de las pantallas	4 m/h

Hormigonado de las pantallas	5 m/h
Excavación entre pantallas	1,2 m/h
Construcción de la losa superior	4 m/h
Construcción de la losa inferior	8 m/h
Relleno pantallas	11 m/h
Excavación de la trinchera	2,5 m/h
Alzado de los muros	4 m/h
Instalación de las bóvedas prefabricadas	3,5 m/h
Relleno del terreno. Explanaciones	5 m/h
Excavación con explosivos con gunitado posterior	80 m/,mes
Excavación con tuneladora	18 m/d
Disposición catenaria flexible	15 m/h
Disposición colectores	15 m/h
Disposición sub-balasto	15 m/h
Disposición balasto	15 m/h
Disposición traviesas	15 m/h
Disposición raíles	15 m/h
Disposición de la plataforma en placa	400 m/mes
Construcción de la catenaria rígida. Instalación del sistema de iluminación y ventilación	350 m/mes
Reposición de los servicios afectados	12 m/h
Reposición servidumbres. Riesgos y tratamientos superficiales	5 m/h

La actividad “Disposición de la plataforma en placa” incluye las operaciones siguientes (que se presentan agrupadas en el plan de obra) :

Disposición de la plataforma en placa. Armado de la solera de hormigón armado

Disposición de la plataforma en placa. Hormigonado

Disposición de la plataforma en placa. Descarga y soldadura del carril embebido

Disposición de la plataforma en placa. Colocación del carril junto a las cuás y elementos de confinamiento del carril y protección frente al acabado superficial

Nivelación del carril

Disposición de la plataforma en placa. Vertido del corkelast

Disposición de la plataforma en placa.

La actividad de “Excavación con explosivos y gunitado posterior” incluye las operaciones siguientes que se presentan agrupadas en el plan de obra):

Replanteo topográfico en el frente del esquema de tiro

Perforación de los barrenos mediante jumbos o martillos perforadores

Carga de los barrenos con explosivos

Voladura y extracción de los gases tóxicos

Retirada del escombros y saneo del frente, bóveda y hastiales

Sostenimiento (bulonado y gunitado)

Además, para el cálculo del tiempo de excavación de desmonte, o explanación de terraplén o transporte de los residuos restantes al vertedero se han tomado en cuenta los coeficientes siguientes:

- Desmonte : 2 000 m³/día
- Terraplén : 1 500 m³/día
- Vertedero 2 500 m³/día

2.2. Fases constructivas

Las fases constructivas o unidades de obra definidas para llevar a cabo la construcción del presente proyecto son los siguientes:

TRAMO 1 Zona urbana de Sant Cugat P.K.0+00.00 m P.K.9+00.00 m	A cielo abierto (desmonte y terraplén) Estos trabajos no deberán interferir con la explotación de la actual línea FGC del Vallés (Sant Cugat - Plaza Cataluña). Por esta razón se prevé que estos trabajos se realicen de noche. Incluye el enlace de la vía 3 con la vía 2, y de la vía 2 con la vía 1, y la construcción de muros de contención
	Falso túnel de 750 metros 490 m falso túnel entre pantallas 260 m falso túnel con bóveda triarticulada prefabricada Se trata de un túnel que transcurre entre los bloques de urbanización de Sant Cugat y también bajo el golf.
TRAMO 2 P.K.9+00.00 m P.K. 21+80.00 m	Túnel de la Rabassada (método de ejecución NATM, longitud de 1280 metros). Incluye la ejecución de un pozo de ventilación y de evacuación (salida de emergencias)
TRAMO 3 P.K. 21+80.00 m P.K.26+00.00 m	A cielo abierto de 170 metros (desmonte)
	Falso túnel de 250 metros
TRAMO 4 P.K.26+00.00 m P.K.31+00.59 m	Viaducto de Sant Vicenç de 500,59 metros
TRAMO 5 P.K.31+00.59 m P.K.41+35.77 m	Túnel Sant Adjutori (método de ejecución NATM, longitud de 767,92 metros) Incluye la ejecución de una galería de conexión y una galería de evacuación (salida de emergencias) paralela al túnel
	A cielo abierto de 276,26 metros (terraplén y desmonte)

TRAMO 6 P.K.41+35.77 m P.K.76+50.73 m	Túnel de Collserola (con tuneladora de roca topo de 339,65 metros) Se requiere la fabricación de la TBM y también la ejecución del pozo de ataque en la zona de Mundet Incluye la ejecución de 7 galerías de conexión y una galería de evacuación (salida de emergencias) paralela al túnel. Construcción de la Estación FGC de Mundet, en la zona del pozo de ataque

Las fases constructivas se han diseñado con el objetivo de reducir el tiempo global de la obra y también limitar el impacto sobre la población durante el periodo de obras. También, se busca dar el acceso para poder proceder la construcción del tramo siguiente o para poder llevar a cabo ciertas operaciones desde ambas bocas del túnel.

3. Plan de obra. Calendario

A continuación se muestra el cuadro que recoge la calendarización de las actividades y procesos constructivos presentadas por tramo. Para cada una de las actividades (de cada tramo) se muestra el mes y día de inicio y el mes y día de fin.

También se señala cuando al terminar un tramo, el equipo de obra se transfiere a otro tramo en curso de realización.

Cabe destacar que las actividades de seguridad y salud de control de calidad y de gestión de residuos están presentes a lo largo de toda la obra.

[illegible]

[illegible]

ANEJO 15:

Plan de control de calidad

ANEJO 15: Plan de control de calidad

1.	Introducción	3
2.	Ámbito de aplicación	3
3.	Unidades más importantes respecto al control de calidad.....	3
4.	Tipología de control.....	3
5.	Importe del Plan de Control de Calidad	5

1. Introducción

A continuación se presentan las directrices que servirán para la elaboración del futuro Plan de Control de Calidad. Dicho plan tiene como objetivo planificar y valorar los estudios que serán realizados por las diferentes unidades de obra y materiales.

2. Ámbito de aplicación

El futuro Plan de Control de Calidad se aplicará en las obras del Desdoblamiento de la línea FGC del Vallés. Tramo : Sant Cugat - Mundet.

Las principales unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

- Túnel, excavado con tuneladora
- Túneles “cut and cover”,
- Túneles de mina, excavados con explosivos y voladura
- Viaducto
- Desmontes
- Terraplenes
- Estructuras
- Superestructura de vía
- Instalaciones ferroviarias
- Servicios afectados

3. Unidades más importantes respecto al control de calidad

Las unidades de obras de más importancia respecto al control de calidad deberán ser las siguientes:

- Cementos
- Hormigón armado y pretensado
- Cimentación y estructuras
- Revestimientos
- Prefabricados
- Instalaciones de electricidad

4. Tipología de control

El control de calidad de las obras incluye:

- **El control de recepción en obras de los materiales**

En el apartado del Pliego del futuro proyecto constructivo, correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, se deberán establecer las condiciones de suministros, recepción y control, conservación, almacenamiento y manipulación, y recomendaciones para su uso en obra, de todos aquellos materiales utilizados en la obra.

El control de recepción deberá abarcar asimismo ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el Pliego de condiciones del futuro proyecto constructivo. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto sometiénndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose las decisiones allí determinadas.

El Director de Ejecución de Obra deberá cursar instrucciones al Constructor para que aporte los certificados de calidad y el marcado CE de los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

El control del material cubre:

- Control de recepción mediante medios distintivos de calidad o evaluaciones de idoneidad técnica y
- Control de recepción mediante ensayos
- Control de sistemas estructurales y sus materiales
- Control de materiales y elementos constructivos

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga un riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no aceptación del producto y en su caso de la partida.

- **El control de calidad en la ejecución de la obra: prescripciones sobre la ejecución por unidad de obra**

El control de la ejecución de la obra se deberá realizar de acuerdo con las especificaciones del futuro proyecto constructivo, sus anejos y modificaciones autorizadas por el Director de Obra y las Instrucciones del Director de la Ejecución de la Obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3. de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

- **El control de recepción de la obra terminada: prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado**

En el Pliego del futuro proyecto constructivo, el capítulo de las prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado se deberá establecer las verificaciones y pruebas de servicio a realizar por la empresa constructora o instalada para comprobar las prestaciones finales del edificio, siendo a su cargo el coste de las mismas.

Se deberán prever tanto la realización de pruebas finales de servicio prescritas por la legislación aplicable, contenidas en el preceptivo Estudio de Programación del Control de Calidad de la Obra redactado por el Director de Ejecución de la Obra, como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las que pudiera ordenar la Dirección Facultativa durante el transcurso de la obra.

Por ello:

- El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme a lo establecido en el proyecto, sus anejos y sus modificaciones.

- El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.
- Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo

5. Importe del Plan de Control de Calidad

El cálculo del importe del Plan de Control de Calidad se ha obtenido a partir de una estimación porcentual sobre el coste global de la obra. Asimismo, la estimación indica que el coste del Plan de Control de Calidad se eleva a 2 221 465,04 euros del Presupuesto de Ejecución Material del proyecto.

ANEJO 16:

Justificación de precios

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 1

MANO DE OBRA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
A0121000	h	Oficial 1a	20,28 €
A0122000	h	Oficial 1a albañil	21,21 €
A0123000	h	Oficial 1a encofrador	21,21 €
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	21,21 €
A0127000	h	Oficial 1a colocador	21,21 €
A012D000	h	Oficial 1a pintor	21,21 €
A012H000	h	Oficial 1a electricista	21,92 €
A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	20,28 €
A012P000	h	Oficial 1a jardinero	28,01 €
A012P200	h	Oficial 2a jardinero	26,24 €
A012PP00	h	Oficial 1a jardinero especialista en arboricultura	34,31 €
A012PV00	h	Oficial 1a especialista en arboricultura y técnicas verticales	46,18 €
A0134000	h	Ayudante ferrallista	18,81 €
A0137000	h	Ayudante colocador	18,81 €
A013D000	h	Ayudante pintor	18,81 €
A013H000	h	Ayudante electricista	18,78 €
A013P000	h	Ayudante jardinero	24,86 €
A0140000	h	Manobre	16,94 €
A0150000	h	Manobre especialista	17,52 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 2

MAQUINARIA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	15,60 €
C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	64,27 €
C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	2,48 €
C110D000	h	Carro de perforación HC-350	119,34 €
C13113B0	h	Pala cargadora sobre cadenas de 11 a 17 t	87,04 €
C1311430	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 8 a 14 t	71,76 €
C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	78,42 €
C13124A0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 12 a 20 t	83,24 €
C13124B0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 21 a 30 t	112,13 €
C13124C0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 31 a 40 t	146,53 €
C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	50,00 €
C1313332	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t, con bivalva batilón	50,00 €
C131B2B1	h	Bulldózer sobre cadenas, de 11 a 17 t, con escarificadora	84,46 €
C1331100	h	Motoniveladora pequeña	57,52 €
C1331200	h	Motoniveladora mediana	63,59 €
C1335080	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 8 a 10 t	50,44 €
C13350C0	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 12 a 14 t	66,20 €
C133A0K0	h	Bandeja vibrante con placa de 60 cm	6,63 €
C1501700	h	Camión para transporte de 7 t	31,64 €
C1501800	h	Camión para transporte de 12 t	37,71 €
C1502D00	h	Camión cisterna de 6 m3	40,53 €
C1502E00	h	Camión cisterna de 8 m3	41,73 €
C1502F00	h	Camión cisterna de 10 m3	45,94 €
C1503000	h	Camió grua	40,20 €
C1503300	h	Camió grua de 3 t	38,09 €
C1505120	h	Dúmpер d'1,5 t de càrrega útil, amb mecanisme hidràulic	22,18 €
C150GA00	h	Grua autopropulsada de 24 t	57,56 €
C150H000	h	Camió amb góndola per a transports especials	68,99 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 3

MAQUINARIA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C1701100	h	Camión amb bomba de formigonar	139,82 €
C1705600	h	Formigonera de 165 l	1,56 €
C1709A00	h	Extendedora para pavimentos de hormigón	78,03 €
C170G000	h	Máquina per a gunitar	16,29 €
C17A20Q0	h	Planta de homigón para 60 m3/h	91,69 €
C1813C00	h	Equipo para anclaje de pernos con compresor	21,40 €
C1A01240	h	Talp amb força de 200 kN per tallador i cap de 8 m de diàmetre	1.603,93 €
C1A01360	h	Topo con fuerza de 300 kN por cortador y cabeza de 10 m de diámetro	2.365,72 €
C1A05000	h	Jumbo hidráulico dos brazos	250,84 €
C1RA2C00	m3	Subministrament de contenidor metàl·lic de 12 m3 de capacitat i recollida amb residus inerts o no especials	13,88 €
C200C000	h	Máquina con disco de puas metálicas	2,95 €
C3G54A00	m2	Perforación y colocación de materiales, con equipo de personal y maquinaria, para pantallas de 100 cm de espesor	83,89 €
C3GZ1000	u	Desplazamiento, montaje y desmontaje en la obra del equipo de perforación, para pantallas	4.792,00 €
CR11D403	h	Tractor de 47,8 kW (65 CV) de potencia, con desbrozadora de martillos y con una anchura de trabajo de 1,5 a 2 m	42,00 €
CR121600	h	Tractor con brazo triturador de tocones de 69,9 a 94,9 kW (95 a 129CV), con neumáticos	61,09 €
CRE23000	h	Motosierra	3,14 €
CZ111000	h	Grupo electrógeno de 1 a 5 kVA	2,50 €
CZ121410	h	Compresor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	13,64 €
CZ172000	h	Máquina de chorro de agua a presión	3,98 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 4

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B0111000	m3	Aigua	1,50 €
B0172000	l	Disolvente universal	4,13 €
B0211000	kg	Explosivo tipus goma-2 EC con parte proporcional de mecha y detonante	5,04 €
B0310020	t	Arena de cantera para morteros	18,02 €
B0311010	t	Arena de cantera de piedra calcárea para hormigones	16,79 €
B0315601	t	Arena de río lavada de 0,1 a 0,5 mm, suministrada en sacos de 0,8 m3	65,61 €
B0330020	t	Grava de cantera, para drenajes	18,60 €
B0331P10	t	Grava de cantera de piedra calcárea, de tamaño máximo 40 mm, para hormigones	16,64 €
B035A000	t	Palet de riera de diàmetre < 10 mm	26,51 €
B03D5000	m3	Tierra adecuada	5,53 €
B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	93,07 €
B0518302	t	Cemento con escorias de alto horno CEM III/A 32,5 N según UNE-EN 197-1, a granel	102,42 €
B0532310	kg	Cal aérea CL 90, en sacos	0,22 €
B064100C	m3	Hormigón HM-20/P/10/I de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 10 mm, con >= 200 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I	59,86 €
B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	53,65 €
B064500B	m3	Formigó HM-20/B/40/I de consistència tova, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	52,29 €
B064E26B	m3	Hormigón HM-30/B/20/I+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	76,50 €
B064E26C	m3	Hormigón HM-30/P/20/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	76,50 €
B064G26C	m3	Hormigón HM-30/P/40/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	74,56 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 5

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B065910C	m3	Hormigón HA-25/P/20/I de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm, con \geq 250 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I	65,29 €
B065960B	m3	Formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb \geq 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	59,29 €
B065E90L	m3	Hormigón HA-30/L/20/IIa de consistencia líquida, tamaño máximo del árido 20 mm, con \geq 350 kg/m3 de cemento, aditivo hidrófugo/superplastificante, apto para clase de exposición IIa	82,58 €
B065E92B	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa+Qb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con \geq 350 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición IIa+Qb	84,63 €
B065LH4B	m3	Formigó HA-35/B/20/IIIa+H de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb \geq 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa+H	74,51 €
B066RH0B	m3	Formigó HP-40/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb \geq 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	74,67 €
B06AE60B	m3	Formigó reciclat HRA-30/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb \geq 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, amb un \leq 20% del granulat gruixut reciclat	62,28 €
B06AED0B	m3	Hormigón reciclado HRA-30/B/20/IIb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con \geq 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición IIb, con un \leq 20% del árido grueso reciclado	74,21 €
B0710150	t	Mortero para albañilería, clase M 5 (5 N/mm2), en sacos, de designación (G) según norma UNE-EN 998-2	32,25 €
B0710250	t	Mortero para albañilería, clase M 5 (5 N/mm2), a granel, de designación (G) según norma UNE-EN 998-2	29,51 €
B0811020	kg	Aditivo inclusor de aire para hormigón, según la norma UNE-EN 934-2	1,50 €
B0817000	kg	Additiu per a gunitats	1,68 €
B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	1,16 €
B0A31000	kg	Clavo de acero	1,34 €
B0AAC210	m	Anclaje metálico de diámetro 25 mm, con tornillo y arandela cuadrada de 200x200 mm	5,62 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 6

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B0AAMC00	dm3	Anclaje de cemento y aditivos	3,18 €
B0B28000	kg	Acero en barras corrugadas B400SD de límite elástico ≥ 400 N/mm ²	0,58 €
B0B2A000	kg	Acero en barras corrugadas B500S de límite elástico ≥ 500 N/mm ²	0,59 €
B0B2C000	kg	Acero en barras corrugadas B500SD de límite elástico ≥ 500 N/mm ²	0,60 €
B0D21030	m	Tablón de madera de pino para 10 usos	0,39 €
B0D31000	m3	Lata de madera de pino	222,60 €
B0D71130	m2	Tablero elaborado con madera de pino, de 22 mm de espesor, para 10 usos	1,24 €
B0DZA000	l	Desencofrante	2,75 €
B2RA9SB0	t	Deposición controlada en planta de compostaje de residuos vegetales limpios no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,5 t/m ³ , procedentes de poda o siega, con código 200201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	45,00 €
B2RA9TD0	t	Deposición controlada en planta de compostaje de residuos de troncos y cepas no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,9 t/m ³ , procedentes de poda o siega, con código 200201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	85,00 €
B4PA1385	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T, de 20 a 30 m de llum, amb un moment d'inèrcia entre 2000000 i 3000000 cm ⁴ , i una secció entre 1500 i 2000 cm ²	216,72 €
B7B11170	m2	Geotextil formado por fileto de polipropileno no tejido, ligado mecánicamente de 70 a 90 g/m ²	0,72 €
B7B111D0	m2	Geotextil formado por fileto de polipropileno no tejido, ligado mecánicamente de 140 a 190 g/m ²	1,13 €
B7B17A90	m2	Geotextil formado por fileto de fibra de vidrio tejido de 90 a 100 g/m ²	0,89 €
B8AZB000	kg	Barniz sintético	7,35 €
B97526D1	u	Pieza de hormigón de 40x20 cm y 7 cm de espesor medio, para ríoglas	0,74 €
B9E13100	m2	Loseta gris de 20x20x4 cm, clase 1a, precio superior	7,18 €
BD351230	u	Arqueta prefabricada de hormigón para saneamiento, de 30x30x33 cm de medidas interiores, y 3,5 cm de espesor, con ventanas premarcadas de 15 cm de diámetro a 3 caras, incluida tapa de hormigón prefabricado	22,08 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 7

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
BD351340	u	Arqueta prefabricada de hormigón para saneamiento, de 34x34x40 cm de medidas interiores, y 3 cm de espesor, con ventanas premarcadas de 25 cm de diámetro a 4 caras, incluida tapa de hormigón prefabricado	24,32 €
BD52159K	m	Pieza prefabricada de hormigón con forma de U y encaje, de 50x40 cm y 15 cm de altura media	22,00 €
BD5215HL	m	Peça prefabricada de formigó amb forma d'U i encaix, de 70x50 cm i 20 cm d'alçària mitja	26,83 €
BD559100	m	Tubo para drenajes, de diámetro 40 cm, de hormigón poroso	20,89 €
BD5A1900	m	Tubo bóveda ranurado de pared simple de PVC y 90 mm de diámetro	1,38 €
BD5AU111	m	Tubo de PVC de drenaje, de diámetro exterior 500 mm, serie D, según normas BS 4962/82, AS2439/1-81 y DIN 1187, unión mediante fitting de PVC	17,10 €
BD5P8HJ9	u	Arqueta de hormigón polímero formada por tres cuerpos, con perfil lateral, de 360x500 mm y entre 930 y 1200 mm de altura, para acoplar a canales de 300 mm de ancho, con cestillo y rejilla de fundición nervada clase D400 según norma UNE-EN 1433, fijada con tornillos a la arqueta	149,77 €
BD755000	m	Tubo de hormigón de diámetro 20 cm	5,11 €
BD75B000	m	Tubo de hormigón de diámetro 50 cm	15,58 €
BDD1A090	m	Pieza de hormigón para pozo circular de diámetro 100 cm, prefabricada	64,62 €
BDDZ5DD0	u	Marco circular y tapa circular de fundición dúctil para pozo de registro, abatible, paso libre de 600 mm de diámetro y clase D400 según norma UNE-EN 124	98,03 €
BDK218ZJ	u	Arqueta de registro de hormigón prefabricado con tapa tipo HF-II, para instalaciones de telefonía	492,10 €
BDK218ZK	u	Pericó de registre de formigó prefabricat amb tapa tipus HF-III, per a instal·lacions de telefonía	465,55 €
BDKZH5C0	u	Marco cuadrado y tapa cuadrada de fundición dúctil para arqueta de servicios, apoyada, paso libre de 300x300 mm y clase C250 según norma UNE-EN 124	16,94 €
BG21RB10	m	Tubo rígido de PVC, de 50 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, con una resistencia al impacto de 3 J, resistencia a compresión de 250 N, de 1,2 mm de espesor	1,18 €
BG21RD10	m	Tub rigid de PVC, de 63 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 6 J, resistència a compressió de 250 N, d'1,2 mm de gruix	1,49 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 8

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
BG21RK10	m	Tubo rígido de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, con una resistencia al impacto de 12 J, resistencia a compresión de 250 N, de 1,8 mm de espesor	3,63 €
BG325370	m	Cable con conductor de cobre 450/750 V de tensión asignada, con designación ES07Z1-K (AS), tripolar, de sección 3 x 16 mm ² , con aislamiento poliolefinas, con baja emisión humos, +cable de mando	6,73 €
BR341150	m3	Compost de clase I, de origen vegetal, según NTJ 05C, suministrado en sacos de 0,8 m3	55,88 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 9

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
D03JK2A1	m3	Árido-cemento para proyectar, con 280 kg/m3 de cemento CEM II/B-L 32,5 R y canto rodado de < 10 mm de D, elaborado en obra con hormigonera de 165 l	Rend.: 1,000		79,49 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	0,900 /R	x	17,52000 =	15,76800
			Subtotal...		15,76800	15,76800
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,500 /R	x	1,56000 =	0,78000
			Subtotal...		0,78000	0,78000
Materiales:						
B035A000	t	Palet de riera de diàmetre < 10 mm	1,005	x	26,51000 =	26,64255
B0512401	t	Ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,280	x	93,07000 =	26,05960
B0817000	kg	Additiu per a gunitats	6,000	x	1,68000 =	10,08000
			Subtotal...		62,78215	62,78215
			GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,15768	
			COSTE DIRECTO		79,48783	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		79,48783	
D03JN2A1	m3	Granulat-ciment per a projectar, amb 400 kg/m3 de ciment CEM II/B-L 32,5 R i palet de riera de < 10 mm de D, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l	Rend.: 1,000		89,07 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	0,900 /R	x	17,52000 =	15,76800
			Subtotal...		15,76800	15,76800
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,500 /R	x	1,56000 =	0,78000
			Subtotal...		0,78000	0,78000
Materiales:						
B035A000	t	Palet de riera de diàmetre < 10 mm	0,945	x	26,51000 =	25,05195
B0512401	t	Ciment portland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,400	x	93,07000 =	37,22800
B0817000	kg	Additiu per a gunitats	6,000	x	1,68000 =	10,08000
			Subtotal...		72,35995	72,35995
			GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,15768	
			COSTE DIRECTO		89,06563	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		89,06563	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 10

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
D053MYXK	m3	Hormigón magro con 140 kg/m3 de cemento CEM III/A 32,5 N, aditivo inductor de aire y árido de piedra calcárea de tamaño máximo 40 mm, elaborado en obra con planta hormigonera de 60 m3/h	Rend.: 1,000		57,98 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	0,250 /R x	17,52000 =	4,38000	
Subtotal...					4,38000	4,38000
Maquinaria:						
C1311440	h	Pala cargadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,016 /R x	78,42000 =	1,25472	
C17A20Q0	h	Planta de homigón para 60 m3/h	0,017 /R x	91,69000 =	1,55873	
Subtotal...					2,81345	2,81345
Materiales:						
B0111000	m3	Aigua	0,160 x	1,50000 =	0,24000	
B0311010	t	Arena de cantera de piedra calcárea para hormigones	1,100 x	16,79000 =	18,46900	
B0331P10	t	Grava de cantera de piedra calcárea, de tamaño máximo 40 mm, para hormigones	1,000 x	16,64000 =	16,64000	
B0518302	t	Cemento con escorias de alto horno CEM III/A 32,5 N según UNE-EN 197-1, a granel	0,140 x	102,42000 =	14,33880	
B0811020	kg	Aditivo inductor de aire para hormigón, según la norma UNE-EN 934-2	0,700 x	1,50000 =	1,05000	
Subtotal...					50,73780	50,73780
GASTOS AUXILIARES				1,00%		0,04380
COSTE DIRECTO						57,97505
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL						57,97505
D0701641	m3	Mortero de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L y arena, con 250 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:6 y 5 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	Rend.: 1,000		71,73 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	1,000 /R x	17,52000 =	17,52000	
Subtotal...					17,52000	17,52000
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,700 /R x	1,56000 =	1,09200	
Subtotal...					1,09200	1,09200
Materiales:						
B0111000	m3	Aigua	0,200 x	1,50000 =	0,30000	
B0310020	t	Arena de cantera para morteros	1,630 x	18,02000 =	29,37260	
B0512401	t	Ciment pórtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,250 x	93,07000 =	23,26750	
Subtotal...					52,94010	52,94010

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 11

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
			GASTOS AUXILIARES	1,00%		0,17520
			COSTE DIRECTO			71,72730
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			71,72730
D0701821	m3	Mortero de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L y arena, con 380 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:4 y 10 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	Rend.: 1,000			81,84 €
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	1,000 /R x	17,52000 =	17,52000	
			Subtotal...		17,52000	17,52000
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,700 /R x	1,56000 =	1,09200	
			Subtotal...		1,09200	1,09200
Materiales:						
B0111000	m3	Aigua	0,200 x	1,50000 =	0,30000	
B0310020	t	Arena de cantera para morteros	1,520 x	18,02000 =	27,39040	
B0512401	t	Ciment pórtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,380 x	93,07000 =	35,36660	
			Subtotal...		63,05700	63,05700
			GASTOS AUXILIARES	1,00%		0,17520
			COSTE DIRECTO			81,84420
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			81,84420
D070A4D1	m3	Mortero mixto de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L, cal y arena, con 200 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:2:10 y 2,5 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	Rend.: 1,000			154,20 €
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	1,050 /R x	17,52000 =	18,39600	
			Subtotal...		18,39600	18,39600
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,725 /R x	1,56000 =	1,13100	
			Subtotal...		1,13100	1,13100
Materiales:						
B0111000	m3	Aigua	0,200 x	1,50000 =	0,30000	
B0310020	t	Arena de cantera para morteros	1,530 x	18,02000 =	27,57060	
B0512401	t	Ciment pórtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,200 x	93,07000 =	18,61400	
B0532310	kg	Cal aérea CL 90, en sacs	400,000 x	0,22000 =	88,00000	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 12

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN			PRECIO
			Subtotal...	134,48460	134,48460
			GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,18396
			COSTE DIRECTO		154,19556
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		154,19556
D0B28100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B400SD, de límite elástico ≥ 400 N/mm ²	Rend.: 1,000		0,82 €
			Unidades	Precio €	Parcial
Mano de obra:					Importe
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,005 /R x	21,21000 =	0,10605
A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,005 /R x	18,81000 =	0,09405
			Subtotal...	0,20010	0,20010
Materiales:					
B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,0102 x	1,16000 =	0,01183
B0B28000	kg	Acero en barras corrugadas B400SD de límite elástico ≥ 400 N/mm ²	1,050 x	0,58000 =	0,60900
			Subtotal...	0,62083	0,62083
			GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,00200
			COSTE DIRECTO		0,82293
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		0,82293
D0B2A100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500S, de límite elástico ≥ 500 N/mm ²	Rend.: 1,000		0,83 €
			Unidades	Precio €	Parcial
Mano de obra:					Importe
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,005 /R x	21,21000 =	0,10605
A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,005 /R x	18,81000 =	0,09405
			Subtotal...	0,20010	0,20010
Materiales:					
B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,0102 x	1,16000 =	0,01183
B0B2A000	kg	Acero en barras corrugadas B500S de límite elástico ≥ 500 N/mm ²	1,050 x	0,59000 =	0,61950
			Subtotal...	0,63133	0,63133
			GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,00200
			COSTE DIRECTO		0,83343
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		0,83343

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
D0B2C100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500SD, de límite elástico >= 500 N/mm2	Rend.: 1,000		0,84 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,005 /R x	21,21000 =	0,10605	
A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,005 /R x	18,81000 =	0,09405	
Subtotal...					0,20010	0,20010
Materiales:						
B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,0102 x	1,16000 =	0,01183	
B0B2C000	kg	Acero en barras corrugadas B500SD de límite elástico >= 500 N/mm2	1,050 x	0,60000 =	0,63000	
Subtotal...					0,64183	0,64183
GASTOS AUXILIARES				1,00%		0,00200
COSTE DIRECTO						0,84393
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL						0,84393

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 14

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	E2R300M0	m3	Transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con contenedor de 12 m3 de capacidad	Rend.: 1,000		13,88 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C1RA2C00	m3	Subministrament de contenidor metàl·lic de 12 m3 de capacitat i recollida amb residus inerts o no especials	1,000 /R	x 13,88000 =	13,88000	
				Subtotal...		13,88000	13,88000
				COSTE DIRECTO		13,88000	
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		13,88000	
	F2412020	m3	Transport de terres per a reutilitzar en obra, amb dúmper per a transports i temps d'espera per a la càrrega amb mitjans mecànics	Rend.: 1,000		2,22 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C1505120	h	Dúmper d'1,5 t de càrrega útil, amb mecanisme hidràulic	0,100 /R	x 22,18000 =	2,21800	
				Subtotal...		2,21800	2,21800
				COSTE DIRECTO		2,21800	
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		2,21800	
	F2R300M0	m3	Transport de terres a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb contenidor de 12 m3 de capacitat	Rend.: 1,000		13,88 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C1RA2C00	m3	Subministrament de contenidor metàl·lic de 12 m3 de capacitat i recollida amb residus inerts o no especials	1,000 /R	x 13,88000 =	13,88000	
				Subtotal...		13,88000	13,88000
				COSTE DIRECTO		13,88000	
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		13,88000	
	FD559182	m	Tubo de D=40 cm de hormigón poroso HM-20/P/20/I	Rend.: 1,000		37,87 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,300 /R	x 20,28000 =	6,08400	
	A0140000	h	Manobre	0,300 /R	x 16,94000 =	5,08200	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 15

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO	
				Subtotal...				11,16600	11,16600
	Materiales:								
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,0858	x	53,65000	=	4,60317	
	BD559100	m	Tubo para drenajes, de diámetro 40 cm, de hormigón poroso	1,050	x	20,89000	=	21,93450	
				Subtotal...				26,53767	26,53767
				GASTOS AUXILIARES				1,50%	0,16749
				COSTE DIRECTO					37,87116
				GASTOS INDIRECTOS				0,00%	
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					37,87116
	FD5P8H10	u	Arqueta centrales en los colectores	Rend.: 1,000					120,00 €
	FD5P8HJ9	u	Arqueta de registro	Rend.: 1,000					178,74 €
				Unidades		Precio €		Parcial	Importe
	Mano de obra:								
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,360 /R	x	20,28000	=	7,30080	
	A0140000	h	Manobre	0,540 /R	x	16,94000	=	9,14760	
				Subtotal...				16,44840	16,44840
	Materiales:								
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,2288	x	53,65000	=	12,27512	
	BD5P8HJ9	u	Arqueta de hormigón polímero formada por tres cuerpos, con perfil lateral, de 360x500 mm y entre 930 y 1200 mm de altura, para acoplar a canales de 300 mm de ancho, con cestillo y rejilla de fundición nervada clase D400 según norma UNE-EN 1433, fijada con tornillos a la arqueta	1,000	x	149,77000	=	149,77000	
				Subtotal...				162,04512	162,04512
				GASTOS AUXILIARES				1,50%	0,24673
				COSTE DIRECTO					178,74025
				GASTOS INDIRECTOS				0,00%	
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					178,74025
	G1140505	m	Liberación de las tensiones de la vía mediante sustentación con gatos hidráulicos de los carriles y golpeteo con martillos	Rend.: 1,000					6,61 €
	G2144301	m3	Demolición de estructuras de hormigón armado, con medios mecánicos y carga manual y mecánica sobre camión	Rend.: 1,000					41,98 €
	G2194AG5	m2	Demolición de pavimento de hormigón de hasta 15 cm de grosor y más de 2 m de ancho con retroexcavadora con martillo trencador y carga sobre camión	Rend.: 1,000					3,91 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 16

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	G2194JK5	m2	Demolición de pavimento de panots de hasta 20 cm de grosor y hasta 2 m de ancho con retroexcavadora con martillo trencador y carga sobre camión	Rend.: 1,000		6,11	€
	G219C06	m	Demolición de vorada con rigola de hormigón colocada sobre hormigón con martillo trencador montado sobre retroexcavadora y carga con medios mecánicos sobre camión o contenedor	Rend.: 1,000		4,14	€
	G2225443	m3	Excavación de zanja de más de 2 m de anchura y hasta 4 m de profundidad, en terreno compacto, con pala excavadora y carga mecánica del material excavado	Rend.: 1,000		8,47	€
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R x	16,94000 =	0,16940	
				Subtotal...		0,16940	0,16940
Maquinaria:							
	C13124C0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 31 a 40 t	0,0566 /R x	146,53000 =	8,29360	
				Subtotal...		8,29360	8,29360
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00254
				COSTE DIRECTO			8,46554
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			8,46554
	G2263211	m3	Extendido y compactación de suelo seleccionado de la obra, en tongadas de 50 cm de grueso, como máximo, con compactación del 95 % PM, utilizando rodillo vibratorio autopropulsado, y humedeciendo	Rend.: 1,000		2,44	€
Maquinaria:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	C1311440	h	Pala cargadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,009 /R x	78,42000 =	0,70578	
	C1331200	h	Motoniveladora mediana	0,007 /R x	63,59000 =	0,44513	
	C13350C0	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 12 a 14 t	0,014 /R x	66,20000 =	0,92680	
	C1502D00	h	Camión cisterna de 6 m3	0,007 /R x	40,53000 =	0,28371	
				Subtotal...		2,36142	2,36142
Materiales:							
	B0111000	m3	Aigua	0,050 x	1,50000 =	0,07500	
				Subtotal...		0,07500	0,07500
				COSTE DIRECTO			2,43642
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			2,43642

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
	G22C633T	m3	Excavació de túnel de 60 m2 de secció, en roca amb talp treballant a una tensió de compressió superior a 175 MPa	Rend.: 1,000			88,22 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C1A01240	h	Talp amb força de 200 kN per tallador i cap de 8 m de diàmetre	0,055 /R	x 1 603,93000 =	88,21615	
				Subtotal...		88,21615	88,21615
				COSTE DIRECTO		88,21615	
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		88,21615	
	G335C9H4	m3	Formigó per a recalçats a una fondària <= 3 m, HRA-30/B/20/IIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb bomba	Rend.: 1,000			88,70 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	0,375 /R	x 16,94000 =	6,35250	
				Subtotal...		6,35250	6,35250
Maquinaria:							
	C1701100	h	Camió amb bomba de formigonar	0,125 /R	x 139,82000 =	17,47750	
				Subtotal...		17,47750	17,47750
Materiales:							
	B06AE60B	m3	Formigó reciclat HRA-30/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, amb un <= 20% del granulat gruixut reciclat	1,040	x 62,28000 =	64,77120	
				Subtotal...		64,77120	64,77120
				GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,09529	
				COSTE DIRECTO		88,69649	
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		88,69649	
	G3C5A8H3	m3	Hormigón para losas de cimientos, HRA-30/B/20/IIb, de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, vertido con cubilote	Rend.: 1,000			87,73 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	0,700 /R	x 16,94000 =	11,85800	
				Subtotal...		11,85800	11,85800
Materiales:							

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 18

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	B06AED0B	m3	Hormigón reciclado HRA-30/B/20/IIb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con ≥ 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición IIb, con un $\leq 20\%$ del árido grueso reciclado	1,020	x	74,21000 =	75,69420
						Subtotal...	75,69420
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
						COSTE DIRECTO	87,73007
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	87,73007
	G3CB4100	kg	Armadura para losas AP500 SD en barras de diámetro como máximo 16 mm, de acero en barras corrugadas B500SD de límite elástico ≥ 500 N/mm2			Rend.: 1,000	1,25 €
				Unidades		Precio €	Parcial
	Mano de obra:						Importe
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,008 /R	x	21,21000 =	0,16968
	A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,012 /R	x	18,81000 =	0,22572
						Subtotal...	0,39540
	Material:						
	B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,0051	x	1,16000 =	0,00592
	D0B2C100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500SD, de límite elástico ≥ 500 N/mm2	1,000	x	0,84393 =	0,84393
						Subtotal...	0,84985
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
						COSTE DIRECTO	1,25118
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	1,25118
	G3GB3200	kg	Armadura para pantallas AP500 S en barras de diámetro superior a 16 mm, de acero en barras corrugadas B500S de límite elástico ≥ 500 N/mm2			Rend.: 1,000	1,08 €
				Unidades		Precio €	Parcial
	Mano de obra:						Importe
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,006 /R	x	21,21000 =	0,12726
	A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,006 /R	x	18,81000 =	0,11286
						Subtotal...	0,24012
	Material:						
	B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,006	x	1,16000 =	0,00696
	D0B2A100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500S, de límite elástico ≥ 500 N/mm2	1,000	x	0,83343 =	0,83343
						Subtotal...	0,84039

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 19

PARTIDAS DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00360
				COSTE DIRECTO			1,08411
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,08411
	G3K55120	m2	Formigó projectat en sec, de 30 N/mm2 de resistència a compressió i 5 cm de gruix, col·locat a la volta del túnel	Rend.: 1,000			11,49 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,100 /R x	16,94000 =	1,69400	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,055 /R x	17,52000 =	0,96360	
				Subtotal...		2,65760	2,65760
	Maquinaria:						
	C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	0,050 /R x	2,48000 =	0,12400	
	C170G000	h	Màquina per a gunitar	0,050 /R x	16,29000 =	0,81450	
	CZ121410	h	Compresor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	0,050 /R x	13,64000 =	0,68200	
				Subtotal...		1,62050	1,62050
	Materiales:						
	B0111000	m3	Aigua	0,015 x	1,50000 =	0,02250	
	D03JN2A1	m3	Granulat-ciment per a projectar, amb 400 kg/m3 de ciment CEM II/B-L 32,5 R i palet de riera de < 10 mm de D, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l	0,080 x	89,06563 =	7,12525	
				Subtotal...		7,14775	7,14775
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,06644
				COSTE DIRECTO			11,49229
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			11,49229
	G9GA5U45	m3	Pavimento de hormigón vibrado de hormigón HM-30/B/20/I+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E, extendido desde camión, tendido y vibrado con extendidora, rayado mecánico-manual	Rend.: 1,000			88,61 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,077 /R x	20,28000 =	1,56156	
	A0140000	h	Manobre	0,240 /R x	16,94000 =	4,06560	
				Subtotal...		5,62716	5,62716
	Maquinaria:						
	C1709A00	h	Extendedora para pavimentos de hormigón	0,033 /R x	78,03000 =	2,57499	
				Subtotal...		2,57499	2,57499
	Materiales:						

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 20

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	B064E26B	m3	Hormigón HM-30/B/20/I+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	1,050	x	76,50000 =	80,32500
			Subtotal...				80,32500
			GASTOS AUXILIARES		1,50%		0,08441
			COSTE DIRECTO				88,61156
			GASTOS INDIRECTOS		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				88,61156
	GD51310	m	Cuneta tipo 1 hecha según descripción en ajeno de drenaje con hormigón HM-20			Rend.: 1,000	17,00 €
	GDG223M7	m	Canalización con dos tubos de hormigón de D=20 cm y dado de recubrimiento de 70x40 cm con hormigón HM-20/P/20/I			Rend.: 1,000	37,14 €
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,360 /R	x	20,28000 =	7,30080
	A0140000	h	Manobre	0,360 /R	x	16,94000 =	6,09840
			Subtotal...				13,39920
	Material:						
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,2387	x	53,65000 =	12,80626
	BD755000	m	Tubo de hormigón de diámetro 20 cm	2,100	x	5,11000 =	10,73100
			Subtotal...				23,53726
			GASTOS AUXILIARES		1,50%		0,20099
			COSTE DIRECTO				37,13745
			GASTOS INDIRECTOS		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				37,13745
	GDG3U021	m	Prisma de canalización para telefonía formado por 4 tubos de diámetro 110 mm y de espesor 1,8 mm de PVC rígido y dado de recubrimiento de 45x41 cm de hormigón HM-20/P/20/I			Rend.: 1,000	30,69 €
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,200 /R	x	20,28000 =	4,05600
	A0140000	h	Manobre	0,200 /R	x	16,94000 =	3,38800
			Subtotal...				7,44400
	Material:						
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,147	x	53,65000 =	7,88655
	BG21RK10	m	Tubo rígido de PVC, de 110 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, con una resistencia al impacto de 12 J, resistencia a compresión de 250 N, de 1,8 mm de espesor	4,200	x	3,63000 =	15,24600

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 21

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...	23,13255	23,13255	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,11166	
				COSTE DIRECTO		30,68821	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		30,68821	
GDG3U030	m		Prisma de canalització per a instal·lacions de telefonia format per 2 tubs de diàmetre 63 mm i de gruix 1,2 mm de PVC rígid i dau de recobriment de 30X19 cm de formigó HM-20/P/20/I	Rend.: 1,000		10,40 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
A012N000	h		Oficial 1a d'obra pública	0,120 /R	x 20,28000 =	2,43360	
A0140000	h		Manobre	0,120 /R	x 16,94000 =	2,03280	
				Subtotal...		4,46640	4,46640
Materiales:							
B064300C	m3		Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,051	x 53,65000 =	2,73615	
BG21RD10	m		Tub rígid de PVC, de 63 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 6 J, resistència a compressió de 250 N, d'1,2 mm de gruix	2,100	x 1,49000 =	3,12900	
				Subtotal...		5,86515	5,86515
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,06700	
				COSTE DIRECTO		10,39855	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		10,39855	
GDK26E17	u		Arqueta de registro de hormigón prefabricado con tapa tipo HF-II, para instalaciones de telefonía, colocado sobre solera de hormigón HM-20/B/40/I de 15 cm de espesor y relleno lateral con tierra de la misma excavación	Rend.: 1,000		527,28 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
A012N000	h		Oficial 1a d'obra pública	0,350 /R	x 20,28000 =	7,09800	
A0140000	h		Manobre	0,700 /R	x 16,94000 =	11,85800	
				Subtotal...		18,95600	18,95600
Maquinaria:							
C1503000	h		Camió grua	0,167 /R	x 40,20000 =	6,71340	
				Subtotal...		6,71340	6,71340
Materiales:							
B064500B	m3		Formigó HM-20/B/40/I de consistència tova, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,1764	x 52,29000 =	9,22396	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 22

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO
	BDK218ZJ	u	Arqueta de registro de hormigón prefabricado con tapa tipo HF-II, para instalaciones de telefonía	1,000	x	492,10000	=	492,10000
						Subtotal...		501,32396
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,28434
						COSTE DIRECTO		527,27770
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		527,27770
	GF325364	m	Catenaria CV-160			Rend.: 1,000		2,84 €
	GGCAT01	m	Suministro e instalación de la catenaria rígida, incluyendo sus anclajes y las preceptivas transiciones con la catenaria flexible			Rend.: 1,000		229,30 €
	GR662558	u	Plantación de arbusto o árbol de formato pequeño en contenedor de 10 a 25 l, excavación de hoyo de plantación de 50x50x40 cm con medios manuales, en una pendiente inferior al 35 %, relleno del hoyo con sustitución total de tierra de la excavación por arena lavada y compost (70%-30%), primer riego y carga de las tierras sobrantes a camión			Rend.: 1,000		20,45 €
				Unidades		Precio €		Parcial
	Mano de obra:							Importe
	A012P000	h	Oficial 1a jardinero	0,030	/R x	28,01000	=	0,84030
	A012P200	h	Oficial 2a jardinero	0,060	/R x	26,24000	=	1,57440
	A013P000	h	Ayudante jardinero	0,460	/R x	24,86000	=	11,43560
						Subtotal...		13,85030
	Maquinaria:							
	C1501700	h	Camión para transporte de 7 t	0,100	/R x	31,64000	=	3,16400
	C1502E00	h	Camión cisterna de 8 m3	0,020	/R x	41,73000	=	0,83460
						Subtotal...		3,99860
	Materiales:							
	B0111000	m3	Aigua	0,020	x	1,50000	=	0,03000
	B0315601	t	Arena de río lavada de 0,1 a 0,5 mm, suministrada en sacos de 0,8 m3	0,0105	x	65,61000	=	0,68891
	BR341150	m3	Compost de clase I, de origen vegetal, según NTJ 05C, suministrado en sacos de 0,8 m3	0,030	x	55,88000	=	1,67640
						Subtotal...		2,39531
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,20775
						COSTE DIRECTO		20,45196
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		20,45196

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 23

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	MQ1QU200	u	Decapado de banco barnizado o pintado de madera, longitud 0,65 m (individual), a base de aplicación de decapado apropiado, lavado con agua a presión controlada, repaso con fregona o cuchilla de zonas con graffitis, barnizado con 3 capas	Rend.: 1,000		51,79 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012D000	h	Oficial 1a pintor	1,000 /R x	21,21000 =	21,21000	
	A013D000	h	Ayudante pintor	1,000 /R x	18,81000 =	18,81000	
				Subtotal...		40,02000	40,02000
	Maquinaria:						
	C200C000	h	Máquina con disco de puas metálicas	0,200 /R x	2,95000 =	0,59000	
	CZ111000	h	Grupo electrógeno de 1 a 5 kVA	0,400 /R x	2,50000 =	1,00000	
	CZ172000	h	Máquina de chorro de agua a presión	0,200 /R x	3,98000 =	0,79600	
				Subtotal...		2,38600	2,38600
	Materiales:						
	B0172000	l	Disolvente universal	0,250 x	4,13000 =	1,03250	
	B8AZB000	kg	Barniz sintético	1,000 x	7,35000 =	7,35000	
				Subtotal...		8,38250	8,38250
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		1,00050
				COSTE DIRECTO			51,78900
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			51,78900
P- 1	AUSCULT1	u	Partida alzada correspondiente al equipo técnico y a los recursos materiales que se encargan de la oscultación y controlan la tuneladora. Los elementos principales son: topografía, geotecnia, funcionamiento de la tuneladora, avance de la tuneladora bajo las vías del metro.	Rend.: 1,000		2.500.000,00 €	
P- 2	CAD001	u	Partizada alzada para el control de calidad	Rend.: 1,000		2.221.465,04 €	
P- 3	D0G35P00	m3	Dovela prefabricada curva de doble curvatura para túnel	Rend.: 1,000		2.200,84 €	
P- 4	E21R11A0	u	Tala controlada directa de árbol de 6 a 10 m de altura, dejando el tocón al descubierto, recogida de la broza generada y carga en camión grúa con pinza y transporte de la misma a planta de compostaje (a menos de 20 km)	Rend.: 1,000		102,54 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012P000	h	Oficial 1a jardinero	0,440 /R x	28,01000 =	12,32440	
	A013P000	h	Ayudante jardinero	0,440 /R x	24,86000 =	10,93840	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 24

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO
						</		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 25

PARTIDAS DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO
	Materiales:							
	BDD1A090	m	Pieza de hormigón para pozo circular de diámetro 100 cm, prefabricada	1,050	x	64,62000 =	67,85100	
	D0701821	m3	Mortero de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L y arena, con 380 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:4 y 10 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	0,0064	x	81,84420 =	0,52380	
						Subtotal...	68,37480	68,37480
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,25751
						COSTE DIRECTO		92,54981
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		92,54981
P- 7	EDDZ5DD4	u	Marco circular de fundición dúctil para pozo de registro y tapa abatible, paso libre de 600 mm de diámetro y clase D400 según norma UNE-EN 124, colocado con mortero			Rend.: 1,000		114,96 €
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:							
	A0122000	h	Oficial 1a albañil	0,410 /R	x	21,21000 =	8,69610	
	A0140000	h	Manobre	0,410 /R	x	16,94000 =	6,94540	
						Subtotal...	15,64150	15,64150
	Materiales:							
	B0710250	t	Mortero para albañilería, clase M 5 (5 N/mm2), a granel, de designación (G) según norma UNE-EN 998-2	0,0357	x	29,51000 =	1,05351	
	BDDZ5DD0	u	Marco circular y tapa circular de fundición dúctil para pozo de registro, abatible, paso libre de 600 mm de diámetro y clase D400 según norma UNE-EN 124	1,000	x	98,03000 =	98,03000	
						Subtotal...	99,08351	99,08351
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,23462
						COSTE DIRECTO		114,95963
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		114,95963
P- 8	EDDZ5DD5	u	Ascensor e instalación de los sistemas			Rend.: 1,000		19.000,00 €
P- 9	F2241010	m2	Acabado y refino de taludes, con medios mecánicos			Rend.: 1,000		1,60 €
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	0,022 /R	x	16,94000 =	0,37268	
						Subtotal...	0,37268	0,37268
	Maquinaria:							
	C13124B0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 21 a 30 t	0,0109 /R	x	112,13000 =	1,22222	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 26

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN			PRECIO
				Subtotal...	1,22222	1,22222
				GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,00559
				COSTE DIRECTO		1,60049
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		1,60049
P- 10	F2261E0A	m3	Terraplenado y compactación para caja de pavimento con material seleccionado de la propia excavación, en tongadas de más de 25 y hasta 50 cm, con una compactación del 90 % del PM	Rend.: 1,000		4,33 €
				Unidades	Precio €	Parcial
						Importe
				Maquinaria:		
				C1311440	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 15 a 20 t
				0,013 /R	x	78,42000 = 1,01946
				C13350C0	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 12 a 14 t
				0,050 /R	x	66,20000 = 3,31000
				Subtotal...	4,32946	4,32946
				COSTE DIRECTO		4,32946
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		4,32946
P- 11	F2A15000	m3	Suministro de tierra adecuada de aportación	Rend.: 1,000		5,53 €
				Unidades	Precio €	Parcial
						Importe
				Materiales:		
				B03D5000	m3	Tierra adecuada
				1,000	x	5,53000 = 5,53000
				Subtotal...	5,53000	5,53000
				COSTE DIRECTO		5,53000
				GASTOS INDIRECTOS 0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		5,53000
P- 12	G0LCO03	m	Levante de la catenaria, ménsulas y postes de la vía 1 existente	Rend.: 1,000		20,80 €
P- 13	G0LV001	m	Levante y unión de la nueva vía 3 con la vía 2 existente	Rend.: 1,000		20,90 €
P- 14	G0LV002	m	Levante de vía 1	Rend.: 1,000		14,45 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 27

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN			PRECIO
P- 15	G0LV003	M	Levante de la señalización fija en caso de preceder y reposición psterior	Rend.: 1,000		1,54 €
P- 16	G0LV004	m	Unión de la vía 2 existente con la vía 1 existente	Rend.: 1,000		18,90 €
P- 17	G10F001	m3	Extendido del subalasto en tongadas de 20 cm, como máximo, utilizando corrón vibratorio autopulsado	Rend.: 1,000		10,55 €
P- 18	G113001	m3	Creación del balasto a partir de la roca disponible, transporte, extendido y colocación	Rend.: 1,000		14,70 €
P- 19	G1140501	m	Incluye adquisición y montaje de los carriles UIC sobre el lecho de balasto y las traviesas. Incluye las sujececciones.	Rend.: 1,000		105,82 €
P- 20	G1140502	m	Coste por metro del suministro y colocación de las traviesas polivalentes Pr-90	Rend.: 1,000		78,41 €
P- 21	G1140503	m	Coste por metro de la soldadura aluminotérmica de los carriles cada 220 metros	Rend.: 1,000		0,80 €
P- 22	G1140504	m	Liberación de las tensiones de la vía mediante sustentación con gatos hidráulicos de los carriles y golpeo con martillos	Rend.: 1,000		6,61 €
P- 23	G2142301	m3	Derribo de estructuras de ladrillo, con medios mecánicos y carga manual y mecánica de escombros sobre camión o contenedor	Rend.: 1,000		16,97 €
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R x	16,94000 =	6,77600
	A0150000	h	Manobre especialista	0,190 /R x	17,52000 =	3,32880
				Subtotal...		10,10480
Maquinaria:						
	C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	0,095 /R x	15,60000 =	1,48200
	C1311430	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 8 a 14 t	0,0729 /R x	71,76000 =	5,23130
				Subtotal...		6,71330
			GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,15157
			COSTE DIRECTO			16,96967
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			16,96967

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 28

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 24	G2193A06	m	Demolición de rigola de hormigón, con martillo rompedor montado sobre retroexcavadora y carga mecánica sobre camión	Rend.: 1,000			
				4,09 €			
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	0,043 /R x	64,27000 =	2,76361	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,0265 /R x	50,00000 =	1,32500	
			Subtotal...			4,08861	4,08861
			COSTE DIRECTO				4,08861
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				4,08861
P- 25	G2194XK1	m2	Demolición de pavimento de mezcla bituminosa, de hasta 20 cm de espesor y hasta 2 m de ancho, con compresor y carga sobre camión	Rend.: 1,000			
				10,72 €			
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0150000	h	Manobre especialista	0,384 /R x	17,52000 =	6,72768	
			Subtotal...			6,72768	6,72768
	Maquinaria:						
	C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	0,192 /R x	15,60000 =	2,99520	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,018 /R x	50,00000 =	0,90000	
			Subtotal...			3,89520	3,89520
			GASTOS AUXILIARES	1,50%			0,10092
			COSTE DIRECTO				10,72380
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				10,72380
P- 26	G2194XL5	m2	Demolición de pavimento de mezcla bituminosa, de hasta 20 cm de espesor y más de 2 m de ancho con retroexcavadora con martillo rompedor y carga sobre camión	Rend.: 1,000			
				3,73 €			
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	0,054 /R x	64,27000 =	3,47058	
	C1311440	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 15 a 20 t	0,0033 /R x	78,42000 =	0,25879	
			Subtotal...			3,72937	3,72937
			COSTE DIRECTO				3,72937
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%			

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 29

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	3,72937			
P- 27	G21R13F0	u	Tala controlada técnicas de trepa de árbol de 15 a 20 m de altura, dejando el tocón al descubierto, recogida de la broza generada y carga en camión grúa con pinza y transporte de la misma a planta de compostaje (a menos de 20 km)	Rend.: 1,000		1.251,79 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
Mano de obra:							
	A012PV00	h	Oficial 1a especialista en arboricultura y técnicas verticales	10,660 /R x	46,18000 =	492,27880	
	A013P000	h	Ayudante jardinero	5,330 /R x	24,86000 =	132,50380	
			Subtotal...			624,78260	624,78260
Maquinaria:							
	C1503000	h	Camión grúa	5,800 /R x	40,20000 =	233,16000	
	CRE23000	h	Motosierra	10,660 /R x	3,14000 =	33,47240	
			Subtotal...			266,63240	266,63240
Materiales:							
	B2RA9SB0	t	Deposición controlada en planta de compostaje de residuos vegetales limpios no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,5 t/m3, procedentes de poda o siega, con código 200201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	1,000 x	45,00000 =	45,00000	
	B2RA9TD0	t	Deposición controlada en planta de compostaje de residuos de troncos y cepas no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,9 t/m3, procedentes de poda o siega, con código 200201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	3,600 x	85,00000 =	306,00000	
			Subtotal...			351,00000	351,00000
			GASTOS AUXILIARES	1,50%			9,37174
			COSTE DIRECTO				1.251,78674
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				1.251,78674
P- 28	G21R40B0	u	Trituración de tocón enterrado de 100 a 140 cm de perímetro con tractor con brazo triturador de tocones	Rend.: 1,000		64,74 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
Mano de obra:							
	A013P000	h	Ayudante jardinero	0,750 /R x	24,86000 =	18,64500	
			Subtotal...			18,64500	18,64500
Maquinaria:							
	CR121600	h	Tractor con brazo triturador de tocones de 69,9 a 94,9 kW (95 a 129CV), con neumáticos	0,750 /R x	61,09000 =	45,81750	
			Subtotal...			45,81750	45,81750

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 30

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,27968
				COSTE DIRECTO			64,74217
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			64,74217
P- 29	G221201	m3	Excavación en zona de desmonde de terreno compacto con medios mecánicos y carga sobre camión	Rend.: 1,000			2,27 €
P- 30	G2212101	m3	Excavación en zona de desmonte, de terreno compacto, con medios mecánicos y carga sobre camión	Rend.: 1,000			2,42 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
A0140000	h	Manobre		0,010 /R x	16,94000 =	0,16940	
				Subtotal...		0,16940	0,16940
Maquinaria:							
C13124A0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 12 a 20 t		0,027 /R x	83,24000 =	2,24748	
				Subtotal...		2,24748	2,24748
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00254
				COSTE DIRECTO			2,41942
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			2,41942
P- 31	G2214101	m3	Excavación en zona de desmonte, de terreno no clasificado, con medios mecánicos y carga sobre camión	Rend.: 1,000			2,67 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
A0140000	h	Manobre		0,010 /R x	16,94000 =	0,16940	
				Subtotal...		0,16940	0,16940
Maquinaria:							
C13124A0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 12 a 20 t		0,030 /R x	83,24000 =	2,49720	
				Subtotal...		2,49720	2,49720
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00254
				COSTE DIRECTO			2,66914
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			2,66914

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 31

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 32	G2215301	m3	Excavación en zona de desmonte, de roca, mediante voladura y carga sobre camión	Rend.: 1,000		7,08 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0121000	h	Oficial 1a	0,020 /R x	20,28000 =	0,40560	
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R x	16,94000 =	0,16940	
					Subtotal...	0,57500	0,57500
	Maquinaria:						
	C110D000	h	Carro de perforación HC-350	0,020 /R x	119,34000 =	2,38680	
	C13113B0	h	Pala cargadora sobre cadenas de 11 a 17 t	0,027 /R x	87,04000 =	2,35008	
					Subtotal...	4,73688	4,73688
	Materiales:						
	B0211000	kg	Explosivo tipus goma-2 EC con parte proporcional de mecha y detonante	0,350 x	5,04000 =	1,76400	
					Subtotal...	1,76400	1,76400
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00863
				COSTE DIRECTO			7,08451
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			7,08451
P- 33	G2216101	m3	Excavación en zona de desmonte, de tierra vegetal, con medios mecánicos y carga sobre camión	Rend.: 1,000		1,84 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R x	16,94000 =	0,16940	
					Subtotal...	0,16940	0,16940
	Maquinaria:						
	C13124A0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 12 a 20 t	0,020 /R x	83,24000 =	1,66480	
					Subtotal...	1,66480	1,66480
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00254
				COSTE DIRECTO			1,83674
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,83674
P- 34	G2225731	m3	Excavación de pozos más de 40 m de profundidad, en roca, D=5m, con medios mecánicos, y carga sobre camión	Rend.: 0,573		42,16 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,050 /R x	16,94000 =	1,47818	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 32

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
				Subtotal...		1,47818	1,47818
Maquinaria:							
	C1313332	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t, con bivalva batilón	0,466 /R x	50,00000 =	40,66318	
				Subtotal...		40,66318	40,66318
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,02217
				COSTE DIRECTO			42,16353
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			42,16353
P- 35	G2262111	m3	Extendido y compactación de suelo adecuado de la obra, en tongadas de 25 cm de grueso, como máximo, con compactación del 95 % PM, utilizando rodillo vibratorio autopropulsado, y humedeciendo	Rend.: 1,000			3,46 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C1311440	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 15 a 20 t	0,013 /R x	78,42000 =	1,01946	
	C1331200	h	Motoniveladora mediana	0,010 /R x	63,59000 =	0,63590	
	C13350C0	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 12 a 14 t	0,020 /R x	66,20000 =	1,32400	
	C1502D00	h	Camión cisterna de 6 m3	0,010 /R x	40,53000 =	0,40530	
				Subtotal...		3,38466	3,38466
Materiales:							
	B0111000	m3	Agua	0,050 x	1,50000 =	0,07500	
				Subtotal...		0,07500	0,07500
				COSTE DIRECTO			3,45966
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			3,45966
P- 36	G228L60F	m3	Relleno y compactación de zanja de ancho más de 2 m, con material adecuado de la propia excavación, en tongadas de espesor de hasta 25 cm, utilizando rodillo vibratorio para compactar, con compactación del 95% PM	Rend.: 1,000			6,12 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,072 /R x	50,00000 =	3,60000	
	C1335080	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 8 a 10 t	0,050 /R x	50,44000 =	2,52200	
				Subtotal...		6,12200	6,12200

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 33

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE DIRECTO		6,12200	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		6,12200	
P- 37	G22B1101	m2	Escarificación y compactación del terreno natural hasta 30 cm de profundidad, con medios mecánicos	Rend.: 1,000		2,19	€
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C131B2B1	h	Bulldózer sobre cadenas, de 11 a 17 t, con escarificadora	0,008 /R x	84,46000 =	0,67568	
	C1335080	h	Rodillo vibratorio autopropulsado, de 8 a 10 t	0,030 /R x	50,44000 =	1,51320	
				Subtotal...		2,18888	2,18888
				COSTE DIRECTO		2,18888	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		2,18888	
P- 38	G22C833T	m3	Excavación de túnel de 80 m2 de sección, en roca con topo trabajando a una tensión de compresión superior a 175 MPa	Rend.: 1,000		118,29	€
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C1A01360	h	Topo con fuerza de 300 kN por cortador y cabeza de 10 m de diámetro	0,050 /R x	2 365,72000 =	118,28600	
				Subtotal...		118,28600	118,28600
				COSTE DIRECTO		118,28600	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		118,28600	
P- 39	G22CJ3Y3	m3	Excavación de la destroza del túnel en roca, con explosivos, con una altura de banco de 4 m y perforación de D 50 mm	Rend.: 1,000		12,88	€
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0121000	h	Oficial 1a	0,030 /R x	20,28000 =	0,60840	
	A0140000	h	Manobre	0,050 /R x	16,94000 =	0,84700	
				Subtotal...		1,45540	1,45540
Maquinaria:							

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 34

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	C1A05000	h	Jumbo hidráulico dos brazos	0,015 /R	x	250,84000 =	3,76260
						Subtotal...	3,76260
							3,76260
	Materiales:						
	B0211000	kg	Explosivo tipus goma-2 EC con parte proporcional de mecha y detonante	1,512	x	5,04000 =	7,62048
						Subtotal...	7,62048
							7,62048
						GASTOS AUXILIARES	3,00%
							0,04366
						COSTE DIRECTO	12,88214
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	12,88214
P- 40	G22D3011	m2	Esbossada del terreny de més de 2 m, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica sobre camió			Rend.: 1,000	0,51 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Maquinaria:						
	C1311440	h	Pala cargadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,0065 /R	x	78,42000 =	0,50973
						Subtotal...	0,50973
							0,50973
						COSTE DIRECTO	0,50973
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	0,50973
P- 41	G31511B3	m3	Hormigón para zanjas y pozos, HM-20/P/10/I, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 10 mm, vertido con cubilote			Rend.: 1,000	68,62 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,440 /R	x	16,94000 =	7,45360
						Subtotal...	7,45360
							7,45360
	Materiales:						
	B064100C	m3	Hormigón HM-20/P/10/I de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 10 mm, con >= 200 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I	1,020	x	59,86000 =	61,05720
						Subtotal...	61,05720
							61,05720
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
							0,11180
						COSTE DIRECTO	68,62260
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	68,62260

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 35

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 42	G32515H2	m3	Hormigón para muros de contención HA-25/B/20/IIa de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm y vertido con bomba	Rend.: 1,000		82,48 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,330 /R	x 16,94000 =	5,59020	
					Subtotal...	5,59020	5,59020
	Maquinaria:						
	C1701100	h	Camión amb bomba de formigonar	0,110 /R	x 139,82000 =	15,38020	
					Subtotal...	15,38020	15,38020
	Materiales:						
	B065960B	m3	Formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	1,035	x 59,29000 =	61,36515	
					Subtotal...	61,36515	61,36515
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,13976
				COSTE DIRECTO			82,47531
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			82,47531
P- 43	G33535H4	m3	Formigó per a recalçats a una fondària <= 3 m, HA-25/B/20/IIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb bomba	Rend.: 1,000		85,65 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,375 /R	x 16,94000 =	6,35250	
					Subtotal...	6,35250	6,35250
	Maquinaria:						
	C1701100	h	Camión amb bomba de formigonar	0,125 /R	x 139,82000 =	17,47750	
					Subtotal...	17,47750	17,47750
	Materiales:						
	B065960B	m3	Formigó HA-25/B/20/IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	1,040	x 59,29000 =	61,66160	
					Subtotal...	61,66160	61,66160
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,15881
				COSTE DIRECTO			85,65041
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			85,65041
P- 44	G33535HP	u	Alzado de estribos	Rend.: 1,000		5.000,00 €	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 36

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 45	G3C51CH4	m3	Hormigón para losas, HA-30/B/20/Ila+Qb, de tamaño máximo del árido 20 mm, vertido con bomba	Rend.: 1,000		102,06 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,240 /R	x 16,94000 =	4,06560	
				Subtotal...		4,06560	4,06560
	Maquinaria:						
	C1701100	h	Camión amb bomba de formigonar	0,080 /R	x 139,82000 =	11,18560	
				Subtotal...		11,18560	11,18560
	Materiales:						
	B065E92B	m3	Hormigón HA-30/B/20/Ila+Qb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 350 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición Ila+Qb	1,025	x 84,63000 =	86,74575	
				Subtotal...		86,74575	86,74575
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,06098
				COSTE DIRECTO			102,05793
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			102,05793
P- 46	G3C5A8HP	m3	Hormigón, HRA-30/B/20/IIb, para las losa inferior del falso túnel	Rend.: 1,000		87,73 €	
P- 47	G3C5A8PH	m3	Hormigón para las zapatas	Rend.: 1,000		102,30 €	
P- 48	G3CB4P00	m2	Armadura para losas AP500 SD en barras de diámetro como máximo 16 mm, de acero en barras corrugadas B500SD de límite elástico >= 500 N/mm2	Rend.: 1,000		5,25 €	
P- 49	G3G56A2K	m2	Ejecución de las pantallas	Rend.: 1,000		172,35 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:						
	C3G54A00	m2	Perforación y colocación de materiales, con equipo de personal y maquinaria, para pantallas de 100 cm de espesor	1,000 /R	x 83,89000 =	83,89000	
				Subtotal...		83,89000	83,89000
	Materiales:						
	B065E90L	m3	Hormigón HA-30/L/20/Ila de consistencia líquida, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 350 kg/m3 de cemento, aditivo hidrófugo/superplastificante, apto para clase de exposición Ila	1,0712	x 82,58000 =	88,45970	
				Subtotal...		88,45970	88,45970

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE DIRECTO		172,34970	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		172,34970	
P- 50	G3GZ1000	u	Desplazamiento, montaje y desmontaje en la obra del equipo de perforación	Rend.: 1,000		4.792,00 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Maquinaria:							
	C3GZ1000	u	Desplazamiento, montaje y desmontaje en la obra del equipo de perforación, para pantallas	1,000 /R x	4 792,00000 =	4 792,00000	
				Subtotal...		4 792,00000	4 792,00000
				COSTE DIRECTO		4.792,00000	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		4.792,00000	
P- 51	G3GZ2500	m	Derribo de coronación de pantalla, de 100 cm de ancho	Rend.: 1,000		68,36 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	1,000 /R x	16,94000 =	16,94000	
	A0150000	h	Manobre especialista	2,000 /R x	17,52000 =	35,04000	
				Subtotal...		51,98000	51,98000
Maquinaria:							
	C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	1,000 /R x	15,60000 =	15,60000	
				Subtotal...		15,60000	15,60000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,77970	
				COSTE DIRECTO		68,35970	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		68,35970	
P- 52	G3GZKGDD	m	Doble murete guía de 25 cm de espesor y 70 cm de altura, con hormigón HA-25/P/20/I, de consistencia plástica y tamaño máximo del árido 20 mm, encofrado con tablero de madera de pino y armado con acero B400SD	Rend.: 1,000		141,44 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	1,700 /R x	21,21000 =	36,05700	
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,800 /R x	21,21000 =	16,96800	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 38

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	A0140000	h	Manobre	2,200 /R	x	16,94000 =	37,26800
						Subtotal...	90,29300
							90,29300
	Materiales:						
	B065910C	m3	Hormigón HA-25/P/20/I de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 250 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I	0,3796	x	65,29000 =	24,78408
	B0A31000	kg	Clavo de acero	0,380	x	1,34000 =	0,50920
	B0D21030	m	Tablón de madera de pino para 10 usos	1,650	x	0,39000 =	0,64350
	B0D31000	m3	Lata de madera de pino	0,0066	x	222,60000 =	1,46916
	B0D71130	m2	Tablero elaborado con madera de pino, de 22 mm de espesor, para 10 usos	3,520	x	1,24000 =	4,36480
	B0DZA000	l	Desenclafante	0,120	x	2,75000 =	0,33000
	D0B28100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B400SD, de límite elástico >= 400 N/mm2	21,500	x	0,82293 =	17,69300
						Subtotal...	49,79374
							49,79374
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
							1,35440
						COSTE DIRECTO	141,44113
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	141,44113
P- 53	G3K53110	m2	Hormigón proyectado en seco, de 20 N/mm2 de resistencia a compresión y 5 cm de espesor, colocado en las paredes laterales del túnel			Rend.: 1,000	10,16 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,100 /R	x	16,94000 =	1,69400
	A0150000	h	Manobre especialista	0,055 /R	x	17,52000 =	0,96360
						Subtotal...	2,65760
							2,65760
	Maquinaria:						
	C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	0,045 /R	x	2,48000 =	0,11160
	C170G000	h	Màquina per a gunitar	0,045 /R	x	16,29000 =	0,73305
	CZ121410	h	Compressor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	0,045 /R	x	13,64000 =	0,61380
						Subtotal...	1,45845
							1,45845
	Materiales:						
	B0111000	m3	Aigua	0,010	x	1,50000 =	0,01500
	D03JK2A1	m3	Àrido-cemento para proyectar, con 280 kg/m3 de cemento CEM II/B-L 32,5 R y canto rodado de < 10 mm de D, elaborado en obra con hormigonera de 165 l	0,075	x	79,48783 =	5,96159
						Subtotal...	5,97659
							5,97659
						GASTOS AUXILIARES	2,50%
							0,06644
						COSTE DIRECTO	10,15908
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	10,15908

P- 55	G3K5312P	m2	Hormigón proyectado en seco, de 20 N/mm2 de resistencia a compresión y 15 cm de espesor, para sostenimiento		Rend.: 1,000		25,72 €
P- 56	G3K53P20	u	Galería de conexión		Rend.: 1,000		150.000,00 €
P- 57	G3L11005	u	Bulón de diámetro 25 mm y 4 metros de longitud, con anclaje químico continuo de cartuchos de cemento y aditivos en toda su longitud		Rend.: 0,132		52,52 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
A0150000	h	Manobre especialista	0,015 /R x	17,52000 =	1,99091		
				Subtotal...		1,99091	1,99091
Maquinaria:							
C1813C00	h	Equipo para anclaje de pernos con compresor	0,150 /R x	21,40000 =	24,31818		
C1A05000	h	Jumbo hidráulico dos brazos	0,010 /R x	250,84000 =	19,00303		
				Subtotal...		43,32121	43,32121
Material:							

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 40

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	B0AAC210	m	Anclaje metálico de diámetro 25 mm, con tornillo y arandela cuadrada de 200x200 mm	1,000	x	5,62000 =	5,62000
	B0AAMC00	dm3	Anclaje de cemento y aditivos	0,490	x	3,18000 =	1,55820
			Subtotal...				7,17820
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,02986
			COSTE DIRECTO				52,52018
			GASTOS INDIRECTOS			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				52,52018
P- 58	G4516NH4	m3	Formigó per a pilars columna, HA-35/B/20/IIIa+H, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb bomba			Rend.: 1,000	100,42 €
			Unidades			Precio €	Parcial
			Importe				
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R	x	16,94000 =	6,77600
			Subtotal...				6,77600
	Maquinaria:						
	C1701100	h	Camión con bomba de formigonar	0,125 /R	x	139,82000 =	17,47750
			Subtotal...				17,47750
	Materiales:						
	B065LH4B	m3	Formigó HA-35/B/20/IIIa+H de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa+H	1,020	x	74,51000 =	76,00020
			Subtotal...				76,00020
			GASTOS AUXILIARES			2,50%	0,16940
			COSTE DIRECTO				100,42310
			GASTOS INDIRECTOS			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				100,42310
P- 59	G451FL11	m2	Fabricación y montaje de las bóvedas triarticuladas prefabricadas			Rend.: 1,000	63,25 €
P- 60	G45C7CHA	m3	Formigó per a lloses, HP-40/B/20/IIIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb cubilot			Rend.: 1,000	101,34 €
			Unidades			Precio €	Parcial
			Importe				
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	1,450 /R	x	16,94000 =	24,56300
			Subtotal...				24,56300
	Materiales:						
	B066RH0B	m3	Formigó HP-40/B/20/IIIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	1,020	x	74,67000 =	76,16340

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 41

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...	76,16340	76,16340	
				GASTOS AUXILIARES	2,50%	0,61408	
				COSTE DIRECTO		101,34047	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		101,34047	
P- 61	G4B13200	m	Armadura para pilares AP500 S en barras de diámetro superior a 16 mm, de acero en barras corrugadas B500S de límite elástico >= 500 N/mm2	Rend.: 0,057		5,12 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,006 /R x	21,21000 =	2,23263	
	A0134000	h	Ayudante ferrallista	0,006 /R x	18,81000 =	1,98000	
				Subtotal...		4,21263	4,21263
Materiales:							
	B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,005 x	1,16000 =	0,00580	
	D0B2A100	kg	Acero en barras corrugadas elaborado en obra y manipulado en taller B500S, de límite elástico >= 500 N/mm2	1,000 x	0,83343 =	0,83343	
				Subtotal...		0,83923	0,83923
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,06319	
				COSTE DIRECTO		5,11505	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		5,11505	
P- 62	G4L11274	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T de 20 a 30 m de llum de càlcul, 2000000 i 3000000 cm4 d'inèrcia i 1500 i 2000 cm2 de secció, col·locada amb grua	Rend.: 1,000		238,09 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0121000	h	Oficial 1a	0,200 /R x	20,28000 =	4,05600	
	A0140000	h	Manobre	0,200 /R x	16,94000 =	3,38800	
				Subtotal...		7,44400	7,44400
Maquinaria:							
	C150GA00	h	Grua autopropulsada de 24 t	0,240 /R x	57,56000 =	13,81440	
				Subtotal...		13,81440	13,81440
Materiales:							
	B4PA1385	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T, de 20 a 30 m de llum, amb un moment d'inèrcia entre 2000000 i 3000000 cm4, i una secció entre 1500 i 2000 cm2	1,000 x	216,72000 =	216,72000	
				Subtotal...		216,72000	216,72000

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 42

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,11166	
				COSTE DIRECTO			238,09006	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			238,09006	
P- 63	G4LM1340	t	Transport de bigues prefabricades de formigó entre 50 i 100 km, amb camió amb góndola per a transports especials	Rend.: 1,000				13,45 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Maquinaria:							
	C150H000	h	Camió amb góndola per a transports especials	0,195 /R	x 68,99000 =	13,45305		
				Subtotal...		13,45305	13,45305	
				COSTE DIRECTO			13,45305	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			13,45305	
P- 64	G7B11170	m2	Geotextil formado por filetro de polipropileno no tejido ligado mecánicamente de 70 a 90 g/m2, colocado sin adherir	Rend.: 1,000				2,03 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:							
	A0127000	h	Oficial 1a colocador	0,040 /R	x 21,21000 =	0,84840		
	A0137000	h	Ayudante colocador	0,020 /R	x 18,81000 =	0,37620		
				Subtotal...		1,22460	1,22460	
	Materiales:							
	B7B11170	m2	Geotextil formado por filetro de polipropileno no tejido, ligado mecánicamente de 70 a 90 g/m2	1,100	x 0,72000 =	0,79200		
				Subtotal...		0,79200	0,79200	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,01837	
				COSTE DIRECTO			2,03497	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			2,03497	
P- 65	G7B37A90	m2	Geotextil formado por filetro de fibra de vidrio tejido de 90 a 100 g/m2, colocado sin adherir	Rend.: 1,000				2,22 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:							
	A0127000	h	Oficial 1a colocador	0,040 /R	x 21,21000 =	0,84840		
	A0137000	h	Ayudante colocador	0,020 /R	x 18,81000 =	0,37620		

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO	
	Materiales:	m2	Geotextil formado por filetro de fibra de vidrio tejido de 90 a 100 g/m2	1,100	x	0,89000 =	Subtotal...	1,22460	1,22460
							0,97900		
							Subtotal...	0,97900	0,97900
							GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01837
							COSTE DIRECTO		2,22197
							GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
							COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		2,22197
P- 66	G932101J	m3	Base del pavimento. Base de sauló amb estesa i piconatge del material al 98% del PM	Rend.: 1,000				25,47 €	
P- 67	G9372310	m3	Base de hormigón magro vibrado con 140 kg/m3 de cemento CEM III/A 32,5 N, aditivo inductor de aire y árido de piedra calcárea de tamaño máximo 40 mm, colocado y vibrado con extendidora	Rend.: 1,000				66,62 €	
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe		
Mano de obra:									
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,040 /R	x	20,28000 =	0,81120		
	A0140000	h	Manobre	0,105 /R	x	16,94000 =	1,77870		
					Subtotal...	2,58990	2,58990		
Maquinaria:									
	C1709A00	h	Extendidora para pavimentos de hormigón	0,040 /R	x	78,03000 =	3,12120		
					Subtotal...	3,12120	3,12120		
Materiales:									
	D053MYXK	m3	Hormigón magro con 140 kg/m3 de cemento CEM III/A 32,5 N, aditivo inductor de aire y árido de piedra calcárea de tamaño máximo 40 mm, elaborado en obra con planta hormigonera de 60 m3/h	1,050	x	57,97505 =	60,87380		
					Subtotal...	60,87380	60,87380		
					GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,03885		
					COSTE DIRECTO		66,62375		
					GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		66,62375		
P- 68	G93721110	m3	Base de hormigón HM-15 para los drenes porosos en la proyección de la plataforma	Rend.: 1,000				57,14 €	
P- 69	G97546DA	m	Rigola de 20 cm de ancho de piezas de hormigón, de 40x20 cm y 7 cm de espesor medio, colocadas con mortero	Rend.: 1,000				19,03 €	
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 44

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO
	Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra publica	0,447 /R	x	20,28000 =	9,06516	
	A0140000	h	Manobre	0,447 /R	x	16,94000 =	7,57218	
						Subtotal...	16,63734	16,63734
	Materiales:							
	B0111000	m3	Aigua	0,001	x	1,50000 =	0,00150	
	B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,001	x	93,07000 =	0,09307	
	B0710150	t	Mortero para albanilería, clase M 5 (5 N/mm2), en sacos, de designación (G) según norma UNE-EN 998-2	0,0063	x	32,25000 =	0,20318	
	B97526D1	u	Pieza de hormigón de 40x20 cm y 7 cm de espesor medio, para rigolas	2,500	x	0,74000 =	1,85000	
						Subtotal...	2,14775	2,14775
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,24956
						COSTE DIRECTO		19,03465
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		19,03465
P- 70	G9E1310G	m2	Pavimento de loseta para acera gris de 20x20x4 cm, clase 1a, precio superior, colocado a pique de maceta con mortero mixto 1:2:10 y lechada de cemento pòrtland			Rend.: 1,000		31,00 €
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra publica	0,551 /R	x	20,28000 =	11,17428	
	A0140000	h	Manobre	0,418 /R	x	16,94000 =	7,08092	
						Subtotal...	18,25520	18,25520
	Materiales:							
	B0111000	m3	Aigua	0,001	x	1,50000 =	0,00150	
	B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,0031	x	93,07000 =	0,28852	
	B9E13100	m2	Loseta gris de 20x20x4 cm, clase 1a, precio superior	1,020	x	7,18000 =	7,32360	
	D070A4D1	m3	Mortero mixto de cemento pòrtland con caliza CEM II/B-L, cal y arena, con 200 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:2:10 y 2,5 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	0,0315	x	154,19556 =	4,85716	
						Subtotal...	12,47078	12,47078
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,27383
						COSTE DIRECTO		30,99981
						GASTOS INDIRECTOS	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		30,99981

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 45

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 71	G9GA5T45	m3	Subase de la vía en place hecha a base de hormigón vibrado de hormigón HM-30/P/20/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E, extendido desde camión, tendido y vibrado con extendidora, rayado mecánico-manual	Rend.: 1,000		88,61 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,077 /R x	20,28000 =	1,56156	
	A0140000	h	Manobre	0,240 /R x	16,94000 =	4,06560	
				Subtotal...		5,62716	5,62716
	Maquinaria:						
	C1709A00	h	Extendidora para pavimentos de hormigón	0,033 /R x	78,03000 =	2,57499	
				Subtotal...		2,57499	2,57499
	Materiales:						
	B064E26C	m3	Hormigón HM-30/P/20/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	1,050 x	76,50000 =	80,32500	
				Subtotal...		80,32500	80,32500
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,08441
				COSTE DIRECTO			88,61156
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			88,61156
P- 72	G9GA5X45	m3	Pavimento de hormigón vibrado de hormigón HM-30/P/40/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E, extendido desde camión, tendido y vibrado con extendidora, rayado mecánico-manual	Rend.: 1,000		86,57 €	
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,077 /R x	20,28000 =	1,56156	
	A0140000	h	Manobre	0,240 /R x	16,94000 =	4,06560	
				Subtotal...		5,62716	5,62716
	Maquinaria:						
	C1709A00	h	Extendidora para pavimentos de hormigón	0,033 /R x	78,03000 =	2,57499	
				Subtotal...		2,57499	2,57499
	Materiales:						
	B064G26C	m3	Hormigón HM-30/P/40/I+E de consistencia plástica, tamaño máximo del árido 40 mm, con >= 275 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+E	1,050 x	74,56000 =	78,28800	
				Subtotal...		78,28800	78,28800

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 46

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,08441
				COSTE DIRECTO			86,57456
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			86,57456
P- 73	G9H31251	m2	Pavimento de mezcla bituminosa discontinua en caliente para capas de tránsito BBTM, con betún asfáltico de penetración y granulado granítico para una capa de tránsito de 2 cm de grosor	Rend.: 1,000			2,66 €
P- 74	GBA1U311	m	Pintado de banda de 10 cm de ancho sobre pavimento con pintura termoplástica en caliente y reflectante con microesferas de vidrio, incluido el premarcado	Rend.: 1,000			2,27 €
P- 75	GD571310	m	Cuneta profunda como detallada en anexo de drenaje, con un revestimiento mínimo de 10 cm de hormigón de 20 N/mm2 de resistencia característica a compresión, incluida excavación de terreno no clasificado, refinado, carga y transporte al vertedero de los materiales resultantes	Rend.: 1,000			17,19 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A0121000	h	Oficial 1a	0,090 /R x	20,28000 =	1,82520	
	A0140000	h	Manobre	0,090 /R x	16,94000 =	1,52460	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,045 /R x	17,52000 =	0,78840	
				Subtotal...		4,13820	4,13820
Maquinaria:							
	C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	0,009 /R x	64,27000 =	0,57843	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,0304 /R x	50,00000 =	1,52000	
	C1331100	h	Motoniveladora pequeña	0,011 /R x	57,52000 =	0,63272	
				Subtotal...		2,73115	2,73115
Materiales:							
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,182 x	53,65000 =	9,76430	
	B0A14200	kg	Alambre recocido de diámetro 1,3 mm	0,025 x	1,16000 =	0,02900	
	B0A31000	kg	Clavo de acero	0,075 x	1,34000 =	0,10050	
	B0D21030	m	Tablón de madera de pino para 10 usos	0,750 x	0,39000 =	0,29250	
	B0DZA000	l	Desencofrante	0,025 x	2,75000 =	0,06875	
				Subtotal...		10,25505	10,25505
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,06207
				COSTE DIRECTO			17,18647
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 47

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL							17,18647
P- 76	GD5A1105	m	Drenaje tubo ranur.PVC D=200mm,relleno 40x30cm encima dren	Rend.: 1,000			20,74 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra publica	0,170 /R	x	20,28000 =	3,44760
	A0140000	h	Manobre	0,290 /R	x	16,94000 =	4,91260
				Subtotal...		8,36020	8,36020
Maquinaria:							
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,051 /R	x	50,00000 =	2,55000
	C133A0K0	h	Bandeja vibrante con placa de 60 cm	0,100 /R	x	6,63000 =	0,66300
				Subtotal...		3,21300	3,21300
Materiales:							
	B0330020	t	Grava de cantera, para drenajes	0,408	x	18,60000 =	7,58880
	BD5A1900	m	Tubo bóveda ranurado de pared simple de PVC y 90 mm de diámetro	1,050	x	1,38000 =	1,44900
				Subtotal...		9,03780	9,03780
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,12540	
				COSTE DIRECTO		20,73640	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		20,73640	
P- 77	GD5AU110	m	Tubo de PVC de diámetro 500 mm, colocado en la solera zanja y relleno con material granular	Rend.: 1,000			36,56 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra publica	0,052 /R	x	20,28000 =	1,05456
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R	x	16,94000 =	0,16940
				Subtotal...		1,22396	1,22396
Materiales:							
	B0330020	t	Grava de cantera, para drenajes	0,769	x	18,60000 =	14,30340
	B7B111D0	m2	Geotextil formado por filetro de polipropileno no tejido, ligado mecánicamente de 140 a 190 g/m2	2,710	x	1,13000 =	3,06230
	BD5AU111	m	Tubo de PVC de drenaje, de diámetro exterior 500 mm, serie D, según normas BS 4962/82, AS2439/1-81 y DIN 1187, unión mediante fitting de PVC	1,050	x	17,10000 =	17,95500
				Subtotal...		35,32070	35,32070
				GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01836	
				COSTE DIRECTO		36,56302	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 48

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL							36,56302
P- 78	GD5G1150	m	Canal prefabricado de hormigón en forma de U y encaje, de 20 cm de ancho interior, sobre solera de 10 cm de hormigón HM-20/P/20/I	Rend.: 1,000			32,20 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,100 /R x	20,28000 =	2,02800	
	A0140000	h	Manobre	0,200 /R x	16,94000 =	3,38800	
				Subtotal...		5,41600	5,41600
Maquinaria:							
	C1503300	h	Camió grua de 3 t	0,010 /R x	38,09000 =	0,38090	
				Subtotal...		0,38090	0,38090
Materiales:							
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,0396 x	53,65000 =	2,12454	
	BD52159K	m	Pieza prefabricada de hormigón con forma de U y encaje, de 50x40 cm y 15 cm de altura media	1,100 x	22,00000 =	24,20000	
				Subtotal...		26,32454	26,32454
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,08124
				COSTE DIRECTO			32,20268
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			32,20268
P- 79	GD5G1250	m	Canaleta prefabricat de formigó en forma d'U i encaix, de 20 cm d'amplària interior, sobre solera de 8 cm de formigó HM-20/P/20/I	Rend.: 1,000			40,23 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,150 /R x	20,28000 =	3,04200	
	A0140000	h	Manobre	0,250 /R x	16,94000 =	4,23500	
				Subtotal...		7,27700	7,27700
Maquinaria:							
	C1503300	h	Camió grua de 3 t	0,010 /R x	38,09000 =	0,38090	
				Subtotal...		0,38090	0,38090
Materiales:							
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,055 x	53,65000 =	2,95075	
	BD5215HL	m	Peça prefabricada de formigó amb forma d'U i encaix, de 70x50 cm i 20 cm d'alçària mitja	1,100 x	26,83000 =	29,51300	
				Subtotal...		32,46375	32,46375

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 49

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,10916	
				COSTE DIRECTO			40,23081	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			40,23081	
P- 80	GD757515	m	Reposición de la alcantarillas de tubo de hormigón de D=30 n	Rend.: 1,000				40,50 €
P- 81	GD75B575	m	Colector central 35x30x50 cm con tubo de hormigón de D=50 cm, rejuntado interiormente con mortero de cemento 1:4, hormigón HM-20/P/20/I	Rend.: 1,000				60,37 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
Mano de obra:								
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra publica	0,700 /R x	20,28000 =	14,19600		
	A0140000	h	Manobre	0,650 /R x	16,94000 =	11,01100		
				Subtotal...		25,20700	25,20700	
Maquinaria:								
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,093 /R x	50,00000 =	4,65000		
				Subtotal...		4,65000	4,65000	
Materiales:								
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,2519 x	53,65000 =	13,51444		
	BD75B000	m	Tubo de hormigón de diámetro 50 cm	1,050 x	15,58000 =	16,35900		
	D0701821	m3	Mortero de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L y arena, con 380 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:4 y 10 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	0,0032 x	81,84420 =	0,26190		
				Subtotal...		30,13534	30,13534	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,37811	
				COSTE DIRECTO			60,37044	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			60,37044	
P- 82	GDG3U022	m	Canaleta estándar de ADIF para las comunicaciones y servicios de la línea. Diseño según planimetría	Rend.: 1,000				27,52 €
P- 83	GDK26G17	u	Pericó de registre de formigó prefabricat amb tapa tipus HF-III, per a instal·lacions de telefonia, col·locat sobre solera de formigó HM-20/B/40/I de 15 cm de gruix i reblert lateral amb terra de la mateixa excavació	Rend.: 1,000				500,73 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

PARTIDAS DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN					PRECIO	
	Mano de obra:								
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,350 /R	x	20,28000 =	7,09800		
	A0140000	h	Manobre	0,700 /R	x	16,94000 =	11,85800		
				Subtotal...				18,95600	18,95600
	Maquinaria:								
	C1503000	h	Camión grúa	0,167 /R	x	40,20000 =	6,71340		
				Subtotal...				6,71340	6,71340
	Materiales:								
	B064500B	m3	Formigó HM-20/B/40/I de consistència tova, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,1764	x	52,29000 =	9,22396		
	BDK218ZK	u	Pericó de registre de formigó prefabricat amb tapa tipus HF-III, per a instal·lacions de telefonia	1,000	x	465,55000 =	465,55000		
				Subtotal...				474,77396	474,77396
				GASTOS AUXILIARES				1,50%	0,28434
				COSTE DIRECTO					500,72770
				GASTOS INDIRECTOS				0,00%	
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					500,72770
P- 84	GDKZH5C4	u	Marco y tapa cuadrada de fundición dúctil, para arqueta de servicios, apoyada, paso libre de 300x300 mm y clase C250 según norma UNE-EN 124, colocado con mortero	Rend.: 1,000					28,91 €
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:								
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,315 /R	x	20,28000 =	6,38820		
	A0140000	h	Manobre	0,315 /R	x	16,94000 =	5,33610		
				Subtotal...				11,72430	11,72430
	Materiales:								
	B0710150	t	Mortero para albanilería, clase M 5 (5 N/mm2), en sacos, de designación (G) según norma UNE-EN 998-2	0,0021	x	32,25000 =	0,06773		
	BDKZH5C0	u	Marco cuadrado y tapa cuadrada de fundición dúctil para arqueta de servicios, apoyada, paso libre de 300x300 mm y clase C250 según norma UNE-EN 124	1,000	x	16,94000 =	16,94000		
				Subtotal...				17,00773	17,00773
				GASTOS AUXILIARES				1,50%	0,17586
				COSTE DIRECTO					28,90789
				GASTOS INDIRECTOS				0,00%	
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					28,90789

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 51

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 85	GG21RB1G	m	Tubo rígido de PVC, de 50 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, con una resistencia al impacto de 3 J, resistencia a compresión de 250 N, de 1,2 mm de espesor, con unión encolada y como canalización enterrada	Rend.: 1,000		2,94 €	
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012H000	h	Oficial 1a electricista	0,035 /R x	21,92000 =	0,76720	
	A013H000	h	Ayudante electricista	0,050 /R x	18,78000 =	0,93900	
				Subtotal...		1,70620	1,70620
Materiales:							
	BG21RB10	m	Tubo rígido de PVC, de 50 mm de diámetro nominal, aislante y no propagador de la llama, con una resistencia al impacto de 3 J, resistencia a compresión de 250 N, de 1,2 mm de espesor	1,020 x	1,18000 =	1,20360	
				Subtotal...		1,20360	1,20360
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,02559
				COSTE DIRECTO			2,93539
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			2,93539
P- 86	GG325364	m	Catenaria CV-160	Rend.: 1,000		2,84 €	
P- 87	GG325374	m	Cable con conductor de cobre 450/750 V de tensión asignada, con designación ES07Z1-K (AS), tripolar, de sección 3 x 16 mm2, con aislamiento poliolefinas, con baja emisión humos, +cable de mando, colocado en tubo	Rend.: 1,000		8,93 €	
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012H000	h	Oficial 1a electricista	0,050 /R x	21,92000 =	1,09600	
	A013H000	h	Ayudante electricista	0,050 /R x	18,78000 =	0,93900	
				Subtotal...		2,03500	2,03500
Materiales:							
	BG325370	m	Cable con conductor de cobre 450/750 V de tensión asignada, con designación ES07Z1-K (AS), tripolar, de sección 3 x 16 mm2, con aislamiento poliolefinas, con baja emisión humos, +cable de mando	1,020 x	6,73000 =	6,86460	
				Subtotal...		6,86460	6,86460
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,03053
				COSTE DIRECTO			8,93013
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			8,93013

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 52

PARTIDAS DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN				PRECIO
P- 88	GG335507	m	Cableado fibra óptica estándar ADIF	Rend.: 1,000			4,56 €
P- 89	GHM11H50	m	Poste de la catenaria	Rend.: 1,000			478,16 €
P- 90	GHM30051	m	Ménsula de la catenaria CV-160	Rend.: 1,000			759,65 €
P- 91	GHM30052	m	Suministro e instalación del anclaje compensado con regulación de tensiónm sustentación y aislamiento	Rend.: 1,000			3.927,59 €
P- 92	GHNG451	u	Luminaria antivándalica con difusor esférico de plástico, con lámpara de vapor de sodio a presión alta de 250 W, simétrica, con apoyo de aluminio, cúpula reflectora de aluminio, sin equipo y acoblada al apoyo	Rend.: 1,000			290,50 €
P- 93	GPLAC001	u	Vía en placa con carril embebido y unido a una canaleta de acero por medio de una resina de caucho. La vía en placa es de hormigón HM-30 reforzado con una armadura metálica que une las dos canaletas metálicas	Rend.: 1,000			790,34 €
P- 94	GR116242	m2	Desbroce de terreno con tractor de 47,8 kW (65 CV) de potencia con desbrozadora de martillos y con una anchura de trabajo de 1,5 a 2 m, para una altura de maleza de más de 60 cm y una pendiente inferior al 12 %, con un mínimo de dos pasadas de máquina, sin recoger la maleza	Rend.: 1,000			0,03 €
Maquinaria:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	CR11D403	h	Tractor de 47,8 kW (65 CV) de potencia, con desbrozadora de martillos y con una anchura de trabajo de 1,5 a 2 m	0,0008 /R x	42,00000 =	0,03360	
			Subtotal...		0,03360	0,03360	
			COSTE DIRECTO			0,03360	
			GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			0,03360	
P- 95	GR11R150	m2	Recogida de maleza con medios manuales y carga sobre camión o contenedor	Rend.: 1,000			0,15 €
Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	A013P000	h	Ayudante jardinero	0,006 /R x	24,86000 =	0,14916	
			Subtotal...		0,14916	0,14916	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 53

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00224	
				COSTE DIRECTO			0,15140	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			0,15140	
P- 96	GR664778	u	Plantación de arbusto o árbol de formato pequeño en contenedor de 40 a 80 l, excavación de hoyo de plantación de 70x70x50 cm con medios mecánicos, en una pendiente inferior al 25 %, relleno del hoyo con sustitución total de tierra de la excavación por arena lavada y compost (70%-30%), primer riego y carga de las tierras sobrantes a camión	Rend.: 1,000				52,87 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:							
	A012P000	h	Oficial 1a jardinero	0,045 /R x	28,01000 =	1,26045		
	A012P200	h	Oficial 2a jardinero	0,090 /R x	26,24000 =	2,36160		
	A013P000	h	Ayudante jardinero	0,440 /R x	24,86000 =	10,93840		
				Subtotal...		14,56045	14,56045	
	Maquinaria:							
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	0,1932 /R x	50,00000 =	9,66000		
	C1501700	h	Camión para transporte de 7 t	0,180 /R x	31,64000 =	5,69520		
	C1502E00	h	Camión cisterna de 8 m3	0,040 /R x	41,73000 =	1,66920		
				Subtotal...		17,02440	17,02440	
	Materiales:							
	B0111000	m3	Aigua	0,050 x	1,50000 =	0,07500		
	B0315601	t	Arena de río lavada de 0,1 a 0,5 mm, suministrada en sacos de 0,8 m3	0,2573 x	65,61000 =	16,88145		
	BR341150	m3	Compost de clase I, de origen vegetal, según NTJ 05C, suministrado en sacos de 0,8 m3	0,0735 x	55,88000 =	4,10718		
				Subtotal...		21,06363	21,06363	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,21841	
				COSTE DIRECTO			52,86689	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			52,86689	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 54

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 97	GR6P17F5	u	Trasplante dentro de la obra de árbol planifolio de 80 a 100 cm de perímetro de tronco, incluye repicado con retroexcavadora y medios manuales, formación de cepellón con medios manuales, excavación de hoyo de plantación de 280x280x135 cm con retroexcavadora, plantación con camión grúa en el nuevo lugar de ubicación, relleno del hoyo con 50% de arena, 25% de tierra de la excavación y 25% de compost, primer riego y carga de las tierras sobrantes a camión.No incluye los trabajos de preparación	Rend.: 1,000			
						1.116,21	€
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012PP00	h	Oficial 1a jardinero especialista en arboricultura	3,600 /R x	34,31000 =	123,51600	
	A013P000	h	Ayudante jardinero	8,000 /R x	24,86000 =	198,88000	
				Subtotal...		322,39600	322,39600
Maquinaria:							
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	4,5889 /R x	50,00000 =	229,44500	
	C1501800	h	Camión para transporte de 12 t	1,700 /R x	37,71000 =	64,10700	
	C1502F00	h	Camión cisterna de 10 m3	1,900 /R x	45,94000 =	87,28600	
	C1503000	h	Camión grúa	2,300 /R x	40,20000 =	92,46000	
				Subtotal...		473,29800	473,29800
Materiales:							
	B0111000	m3	Agua	2,100 x	1,50000 =	3,15000	
	B0315601	t	Arena de río lavada de 0,1 a 0,5 mm, suministrada en sacos de 0,8 m3	4,150 x	65,61000 =	272,28150	
	BR341150	m3	Compost de clase I, de origen vegetal, según NTJ 05C, suministrado en sacos de 0,8 m3	0,6625 x	55,88000 =	37,02050	
				Subtotal...		312,45200	312,45200
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		8,05990
				COSTE DIRECTO			1.116,20590
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1.116,20590

P- 98	GR6P6589	u	Transplante a vivero de arbusto de 3 a 5 m de altura de tronco o diámetro de planta, con un recorrido de más de 10 y hasta 15 km, incluye repicado con retroexcavadora y medios manuales, formación de cepellón con medios manuales, excavación de hoyo de plantación de 120x120x100 cm con retroexcavadora, plantación con medios manuales y/o camión grúa en el nuevo lugar de ubicación, relleno del hoyo con 50% de arena, 25% de tierra de la excavación y 25% de compost, primer riego y carga de las tierras sobrantes a camión. Incluye los trabajos de preparación	Rend.: 1,000			
						640,86	€
Mano de obra:				Unidades	Precio €	Parcial	Importe

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 55

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	A012PP00	h	Oficial 1a jardinero especialista en arboricultura	2,850 /R	x	34,31000 =	97,78350
	A013P000	h	Ayudante jardinero	3,450 /R	x	24,86000 =	85,76700
			Subtotal...				183,55050
							183,55050
	Maquinaria:						
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	3,6228 /R	x	50,00000 =	181,14000
	C1501700	h	Camión para transporte de 7 t	3,160 /R	x	31,64000 =	99,98240
	C1502F00	h	Camión cisterna de 10 m3	0,260 /R	x	45,94000 =	11,94440
	C1503000	h	Camión grúa	0,800 /R	x	40,20000 =	32,16000
			Subtotal...				325,22680
							325,22680
	Materiales:						
	B0111000	m3	Aigua	0,290	x	1,50000 =	0,43500
	B0315601	t	Arena de río lavada de 0,1 a 0,5 mm, suministrada en sacos de 0,8 m3	1,860	x	65,61000 =	122,03460
	BR341150	m3	Compost de clase I, de origen vegetal, según NTJ 05C, suministrado en sacos de 0,8 m3	0,090	x	55,88000 =	5,02920
			Subtotal...				127,49880
							127,49880
			GASTOS AUXILIARES		2,50%		4,58876
			COSTE DIRECTO				640,86486
			GASTOS INDIRECTOS		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				640,86486
P- 99	GTU001	u	Boca del túnel con un acabado de hormigón y una baranda superior para dificultar el suicidio			Rend.: 1,000	7.730,00 €
P- 100	GTU002	u	Andén			Rend.: 1,000	1.440,00 €
P- 101	GV001	m	Suministro e instalación de equipos de ventilación forzada reversible y su correspondiente cableado eléctrico			Rend.: 1,000	3.500,00 €
P- 102	KD351230	u	Arqueta de paso de hormigón prefabricado, de 30x30x33 cm de medidas interiores y 3,5 cm de espesor, para evacuación de aguas residuales, incluida tapa de hormigón prefabricado, colocada			Rend.: 1,000	31,36 €
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,200 /R	x	20,28000 =	4,05600
	A0140000	h	Manobre	0,300 /R	x	16,94000 =	5,08200
			Subtotal...				9,13800
							9,13800
	Materiales:						
	BD351230	u	Arqueta prefabricada de hormigón para saneamiento, de 30x30x33 cm de medidas interiores, y 3,5 cm de espesor, con ventanas premarcadas de 15 cm de diámetro a 3 caras, incluida tapa de hormigón prefabricado	1,000	x	22,08000 =	22,08000
			Subtotal...				22,08000
							22,08000

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

PARTIDAS DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,13707	
				COSTE DIRECTO			31,35507	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			31,35507	
P- 103	KD351340	u	Arqueta de registro de hormigón prefabricado, de 35x30x50 cm de medidas interiores y 3 cm de espesor, para evacuación de aguas residuales, incluida tapa de hormigón prefabricado, colocada	Rend.: 1,000				33,60 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,200 /R x	20,28000 =	4,05600		
	A0140000	h	Manobre	0,300 /R x	16,94000 =	5,08200		
				Subtotal...		9,13800	9,13800	
	Materiales:							
	BD351340	u	Arqueta prefabricada de hormigón para saneamiento, de 34x34x40 cm de medidas interiores, y 3 cm de espesor, con ventanas premarcadas de 25 cm de diámetro a 4 caras, incluida tapa de hormigón prefabricado	1,000 x	24,32000 =	24,32000		
				Subtotal...		24,32000	24,32000	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,13707	
				COSTE DIRECTO			33,59507	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			33,59507	
P- 104	KD5Z1100	m	Canaleta para recogida de aguas de filtración, colocada a pie de muro, con mortero de cemento 1:6	Rend.: 1,000				7,68 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe	
	Mano de obra:							
	A0122000	h	Oficial 1a albañil	0,250 /R x	21,21000 =	5,30250		
	A0140000	h	Manobre	0,125 /R x	16,94000 =	2,11750		
				Subtotal...		7,42000	7,42000	
	Materiales:							
	D0701641	m3	Mortero de cemento pórtland con caliza CEM II/B-L y arena, con 250 kg/m3 de cemento, con una proporción en volumen 1:6 y 5 N/mm2 de resistencia a compresión, elaborado en obra	0,0021 x	71,72730 =	0,15063		
				Subtotal...		0,15063	0,15063	
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,11130	
				COSTE DIRECTO			7,68193	
				GASTOS INDIRECTOS	0,00%			

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 16/06/16

Pág.: 57

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN		PRECIO
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	7,68193
P- 105	LEGALT1	u	Partida alzada para las pruebas y legalización de las instalaciones	Rend.: 1,000	1.800,00 €
P- 106	MQ1QU010	m	Replanteo de la vía y repiqueteado	Rend.: 1,000	8,74 €
P- 107	P37001	m3	Transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con contenedor de 12 m3 de capacidad	Rend.: 1,000	5,80 €
P- 108	P38001	u	Partida alzada correspondiente a la señalización	Rend.: 1,000	60.000,00 €
P- 109	P39001	u	Partida alzada para la reposición de los servicios afectados	Rend.: 1,000	3.000.000,00 €
P- 110	PACTEC	u	Reposición de cableado de telecomunicaciones	Rend.: 1,000	50.000,00 €
P- 111	PAE	u	Reposición de electricidad	Rend.: 1,000	150,00 €
P- 112	PAG001	u	Reposición de las tuberías de gas afectadas	Rend.: 1,000	100.000,00 €
P- 113	PAI001	u	Reposición de la red de tuberías de agua potable	Rend.: 1,000	475.000,00 €
P- 114	PIMP	u	Partida para imprevistos en los materiales de los túneles. partida en previsión de que se encuentren pequeñas fallas, grietas en las rocas o tramos de los túneles en que se deba avanzar mediante un método alternativo.	Rend.: 1,000	90.000,00 €
P- 115	SAI01	m	Incluye la instalación y suministro de extintores y mangueras en las bocas de los túneles y salidas de incendios. Se aproxima por metro de túnel	Rend.: 1,000	350,00 €
P- 116	SEG001	u	Partida de seguridad y salud. Según presupuesto de Seguridad y salud descrito en el preceptivo apartado	Rend.: 1,000	3.123.981,96 €